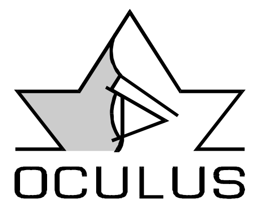
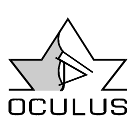
Keratograph

Gebrauchsanweisung

Meß- und Auswertesystem für die Hornhaut-Topographie



G/70500/0803/d



0 Vorwort

Wir danken Ihnen für das Vertrauen, welches Sie uns mit dem Kauf dieses OCULUS-Produkts entgegengebracht haben. Mit diesem Gerät haben Sie sich für ein modernes, ausgereiftes Produkt entschieden, das nach strengen Qualitätskriterien gefertigt und geprüft wurde.

Fortwährende Forschung und Entwicklung sind sicherlich auch in Ihrem Interesse und können Veränderungen in Ausführung und Lieferumfang verursachen.
Die in dieser Gebrauchsanweisung gezeigten Abbildungen können sich deswegen in Einzelfällen von dem gelieferten Gerät unterscheiden.

Unser Unternehmen kann auf eine Firmengeschichte von über 100 Jahren zurückblicken. OCULUS ist heute ein mittelständisches Unternehmen, das sich ganz darauf konzentriert, Ärzte und Augenoptiker durch ein optimales Angebot an Geräten für Augenuntersuchungen und Augenoperationen bei ihrer verantwortungsvollen Arbeit zu unterstützen.

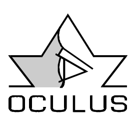
Der Ihnen vorliegende Keratograph gehört zur neuesten Generation topographischer Meß-geräte. Er verbindet das keratometrische Meßverfahren mit dem topographischen Verfahren. Hohe Meßgenauigkeit und einfache Handhabung sind das Ergebnis unserer sorgfältigen Entwicklung.
Der richtige Gebrauch des Gerätes ist für den sicheren Betrieb unerläßlich. Machen Sie sich deswegen vor der Inbetriebnahme mit dem Inhalt dieser Gebrauchsanweisung gründlich vertraut.

Wenn Sie Fragen haben oder weitere Informationen zu Ihrem Gerät wünschen, rufen Sie uns an oder faxen Sie uns. Unser Serviceteam steht Ihnen gern zur Verfügung.

OCULUS Optikgeräte GmbH
Geschäftsführung und Mitarbeiter



1 Inhaltsverzeichnis


OCULUS

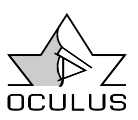
2 Lieferumfang und optionales Zubehör

Keratograph C (70600):

Keratograph incl. PC	70600
Anschlußkabel	70600-1/10
Netzkabel	05200320
Justierkugel	70500-5/0
Kontaktlinsenhalter	70512
Diskette Keratograph-Software	
Prüfprotokoll elektr. Sicherheit	
Gebrauchsanweisung	G / 70500
Staubschutzhaube	60100-5/1
2 Sicherungen 2AT	05100210
Kinnauflagepapier	65313
Motherboard Handbuch	
Grafikkartenhandbuch	
Diskette für Grafikkartentreiber	
Softwarepaket und Bücher	
Mouse	
Diskette Mouse-Driver	
Mousepad	027060001062

Optional:

Farbdrucker	70520



Keratograph E (70515):

Keratograph	70515
Anschlußkabel	70515-1/4
Netzteil	70500-7/0
Netzkabel	05200320
Kabel seriell	05202005
Justierkugel	70500-5/0
Kontaktlinsenhalter	70512
Disketten Keratograph-Software	
Prüfprotokoll elektr. Sicherheit	
Gebrauchsanweisung	G / 70500
Montagehinweis und Bohrschablone	
Staubschutzhaube	60100-5/1
2 Sicherungen 2AT	05100210
XY-Tisch	70517
Schnittstellenkarte TC-200	70522
Installationsanleitung für Schnittstellenkarte	I / 70500 /

Optional:

Kinnstütze	70518
Kinnauflagepapier	65313
Adapterplatte	
PC	70519
Farbdrucker	70520

Änderungen des Lieferumfangs sind im Rahmen der technischen Weiterentwicklung vorbehalten.

3 Sicherheitshinweise

Der Gesetzgeber erwartet, daß der Hersteller den Benutzer ausdrücklich über die Sicherheitsaspekte im Umgang mit diesem Gerät informiert. Das vorliegende Kapitel enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten Informationen dieser sicherheitstechnischen Sachverhalte.

Weitere Sicherheitshinweise sind in den Text dieser Gebrauchsanweisung eingearbeitet und durch dieses Symbol

⚠

gekennzeichnet. Bitte schenken Sie diesen Hinweisen besondere Aufmerksamkeit.

Bewahren Sie diese Gebrauchsanweisung sorgfältig und für das Bedienpersonal jederzeit zugänglich auf. Das Gerät darf nur für den in dieser Gebrauchsanweisung unter Punkt 5 „Bestimmungsgemäße Verwendung“ beschriebenen Anwendungszweck verwendet werden, von Personen, die auf Grund ihrer Ausbildung oder ihrer Kenntnisse und praktischen Erfahrung die Gewähr für eine sachgerechte Handhabung bieten.
Vor der ersten Anwendung dieses Gerätes muß eine Einweisung durch uns oder durch einen autorisierten Händler erfolgen.

Betreiben Sie das Gerät nur mit den von uns gelieferten Originalzubehörteilen und in technisch einwandfreiem Zustand. Schadhaftes Gerät nicht in Betrieb nehmen und Lieferanten benachrichtigen.

Beachten Sie bitte die gesetzlichen Unfallverhütungsbestimmungen.

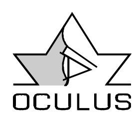
Das Gerät darf in medizinisch genutzten Räumen nur betrieben werden, wenn diese nach den VDE-Vorschriften 0107 installiert sind.
Ziehen Sie vor allen Wartungs- und Reinigungsarbeiten immer den Netzstecker des Keratographen und sämtliche Netzstecker der angeschlossenen Geräte, z. B. des PCs und des Druckers.

Elektrische Steckverbindungen nicht unter großem Kraftaufwand verbinden. Ist eine Verbindung nicht möglich, prüfen Sie, ob der Stecker zur Buchse paßt. Falls Sie eine Beschädigung an der Steckverbindung feststellen, lassen Sie den Schaden von unserem Service reparieren.
Beim Trennen von elektrischen Verbindungen nicht am Kabel, sondern an den jeweiligen Steckern ziehen.

Zusatzausrüstungen, die an die analogen oder digitalen Schnittstellen des Gerätes angeschlossen werden, müssen nachweisbar ihren entsprechenden EN bzw. IEC-Spezifikationen genügen. Weiterhin müssen alle Konfigurationen der Systemnorm IEC 601 - 1 genügen.

Die Kopplung des Keratographen mit nicht medizinischen elektrischen Geräten (z. B. Datenverarbeitungsgeräte) zu einem medizinischen elektrischen System darf nicht zu einem Sicherheitsgrad für den Patienten führen, der unter dem von IEC 601 - 1 liegt. Wenn durch die Koppelung die zulässigen Werte für die Ableitströme überschritten werden, müssen Schutzmaßnahmen, die eine Trennvorrichtung enthalten, vorhanden sein.

Die im Lieferumfang enthaltenen Geräte nicht betreiben
in explosionsgefährdeten Bereichen,
in Gegenwart von brennbaren Narkosemitteln oder flüchtigen Lösungsmitteln wie Alkohol, Benzin oder ähnlichem.



Das Gerät nicht in feuchten Räumen abstellen oder benutzen. Vermeiden Sie Tropf-, Schwall- und Spritzwasser in der Nähe des Gerätes und stellen Sie sicher, daß keine Flüssigkeit in das Gerät eindringen kann. Stellen Sie deshalb keine flüssigkeitsgefüllten Behälter in die Nähe oder auf das Gerät. Achten Sie auch bei einer Reinigung mit einem feuchten Tuch darauf, daß keine Flüssigkeit in das Gerät eindringt.

Decken Sie die Belüftungsöffnungen nicht ab.

Hinweis Þ Dieses Gerät ist ein hochwertiges technisches Produkt. Um die einwandfreie und sichere Funktion zu gewährleisten, empfehlen wir, das Gerät regelmäßig alle zwei Jahre von unserem Service überprüfen zu lassen. Wenn ein Fehler auftritt, den Sie anhand des Punktes 8.2.2 „Fehlersuche“ nicht beheben können, kennzeichnen Sie das Gerät als nicht funktionstüchtig und verständigen Sie unseren Service.

4 Geräte- und Funktionsbeschreibung

Der OCULUS Keratograph gehört zur neuesten Generation präziser topographischer Meßgeräte. Er verbindet das keratometrische Meßverfahren mit dem topographischen.

Die Messung der Hornhautoberfläche erfolgt durch ein an der Hornhaut reflektiertes Ringsystem. Diese Daten werden vom Computer ausgewertet.

Technisches Prinzip:

Ein Beleuchtungssystem mit einem speziellen Reflektor beleuchtet von hinten eine mit konzentrischen Kreisen versehene, transparente Kalotte.

Das Bild dieser Kalotte wird vom gegenübergestellten Auge des Probanden reflektiert.
Dieses virtuelle Bild wird durch ein Präzisions-Objektiv und eine nachgeschaltete CCD-Kamera aufgenommen.

Alle Verzeichnungen, die durch die abweichenden Krümmungsradien des Probandenauges sichtbar werden, stehen damit für den Meßvorgang zur Verfügung.

Das zunächst analog entstandene Bild wird im Meßteil zur Auswertung aufbereitet, d. h., es steht digitalisiert und komprimiert für die Bearbeitung im PC zur Verfügung.

Hat der PC den entsprechenden Datensatz eines Meßbildes erhalten, entwickelt er daraus ein topographisches Bild der Cornea.
Er zeigt das Meßergebnis auf dem Monitor, sowohl als farbige Darstellung, als Diagramm und als räumliches Bild.

5 Bestimmungsgemäße Verwendung

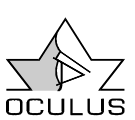
Der OCULUS Keratograph ist ein Meßgerät für die Augenuntersuchung und nur für die in dieser Gebrauchsanweisung beschriebene Verwendung bestimmt.

Das Gerät dient zur Messung der Hornhauttopographie und ist für den Einsatz in der Kontaktlinsenanpassung bestimmt.

Es darf daher ausschließlich von eingewiesenem Personal verwendet werden, das auf Grund seiner Ausbildung, seiner Kenntnisse und praktischen Erfahrung die Gewähr für sachgerechte Handhabung bietet.

Der OCULUS Keratograph ist für den Einsatz in Augenarztpraxen, in Kliniken und bei Augenoptikern bestimmt. Er ist in Verbindung mit dem dafür vorgesehenen Untersuchungsplatz, oder auf einer Untersuchungseinheit zu verwenden.

Betrieben werden darf das Gerät nur mit den von uns gelieferten Orginalzubehörteilen und in technisch einwandfreiem Zustand.
Als Stromversorgung muß das spezielle Netzteil (siehe Gerätespezifikationen) verwendet werden.
Andere Anschlußarten sind nicht möglich.
Beachten Sie auch die zuvor aufgeführten Sicherheitshinweise!



6 Inbetriebnahme

6.1 Aufstellen und Einrichten

Vor dem ersten Gebrauch muß das Aufstellen und Anschließen des Untersuchungsplatzes „OCULUS Keratograph“ durch unseren Service oder durch einen von OCULUS authorisierten Fachmann erfolgt sein.

Als optisches Gerät ist dieses Gerät pfleglich zu behandeln. Setzten Sie es keinen Erschütterungen, Stößen, Verunreinigungen oder hohen Temperaturen aus.

6.2 Hinweise zu Transport und Lagerung

Sollten Sie das Gerät an einen anderen Standort transportieren, tun Sie dies besonders vorsichtig.
Meiden Sie sowohl beim Betrieb, wie auch bei Lagerung die Nähe zu Heizkörpern und Feuchtigkeit.
Das Gerät nach jedem Transport auf Beschädigungen prüfen. Nehmen Sie auf keinen Fall ein beschädigtes Gerät in Betrieb, sondern wenden Sie sich bitte an unseren Service.

Wenn Sie das Gerät in einem kalten Raum, oder in der kalten Jahreszeit in einem Fahrzeug aufbewahren, können die optischen Bauteile im Gerät bei starkem Temperaturwechsel von kalt nach warm beschlagen.

Geben Sie bitte dem Gerät vor der Inbetriebnahme die Möglichkeit, sich an die neuen Umgebungsbedingungen zu gewöhnen.

Die Transport- und Lagerbedingungen nach IEC 601 - 1 sind:

Umgebungstemperatur	-40° C bis +70° C
Relative Feuchte einschließlich Kondensation	10 % bis 100 %
Luftdruck	500 hPa bis 1060 hPa

Diese Werte gelten in der entsprechenden Verpackung für eine Dauer von höchstens 15 Wochen.

7 Bedienung



Bitte schalten Sie zuerst den PC, dann den Keratograph ein.

Der PC lädt nach dem Einschalten das Betriebssystem und stellt anschließend das OCULUS Logo dar.

Durch einen Mausklick oder einen beliebigen Tastendruck wird nun die Patientendaten-verwaltung gestartet.

7.1 Patientendatenverwaltung

Um in das Untersuchungsprogramm zu gelangen, muß entweder ein neuer Patient oben eingetragen, oder ein bereits in der Liste vorhandener Patient angewählt werden.

OCULUS - Patientendatenverwaltung

Patient:

Name: Demo | Leer

Vorname: Patient

Geb. Dat.: 11.11.11

ID Nummer: 0000000000 | Anlegen

Funktionen:

Keratograph | Einstellungen | Backup | Beenden

OCULUS

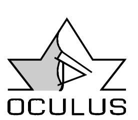
Patientenliste:

Name	Vorname	Geb. Dat.	ID Nummer
Almerot	Wilhelm	10.05.31	123456789
Cäsar	Julius	11.11.11	345234563
Demo	Patient	11.11.11	000000000
Gommel	Gustav	22.12.22	572905482
Göbel	Otto	04.11.41	824838234
Kahl	Paul	19.03.61	127346634
Klein	Gustav	30.02.02	367423455
Ludwig	Martin	13.04.56	362456456
Maier	Peter	30.04.16	110001233
Müller	Kurt	27.09.57	457634754
Müller	Martin	15.06.64	346363464
Neumann	Klaus	31.07.51	451435545
Schmidt	Klaus	20.02.22	457446745
Schmuck	Peter	05.03.26	453453245
Schorman	Dieter	17.06.37	864634645
Schreck	Heinrich	23.05.87	124354534
Schreiner	Norbert	21.02.75	964566534
Schröder	Hartmut	12.12.33	436316663

Bisherige Untersuchungen:

Datum	Zeit	Gerät	Auge
29.06.96	13:11	Keratograph	Links
03.06.96	14:48	Keratograph	Rechts
29.05.96	08:27	Keratograph	Links
29.05.96	08:23	Keratograph	Links
23.05.96	09:28	Keratograph	Rechts
23.05.96	09:14	Keratograph	Links
23.05.96	09:13	Keratograph	Links
23.05.96	09:12	Keratograph	Links
07.03.96	17:53	Keratograph	Links

Pat. Umbenennen | Import | Export | Pat. Löschen | Unt. Verschieben | Unt. Löschen



7.1.1 Patient auswählen

Auf der linken Seite des Bildschirms sind alle bisher untersuchten Patienten alphabetisch aufgelistet.

Sind mehr Patienten vorhanden als auf dem Bildschirm dargestellt werden können, kann die Liste mit Hilfe des Windows-Schiebereglers nach oben oder unten geschoben werden.

Um in der Liste schnell den gewünschten Patienten zu finden, ist es sinnvoll, den Namen des Patienten in das Patientenfeld (oben links) einzugeben. Nach jedem neu eingegebenen Buchstaben wird die Eingabe in der Liste gesucht und dargestellt.

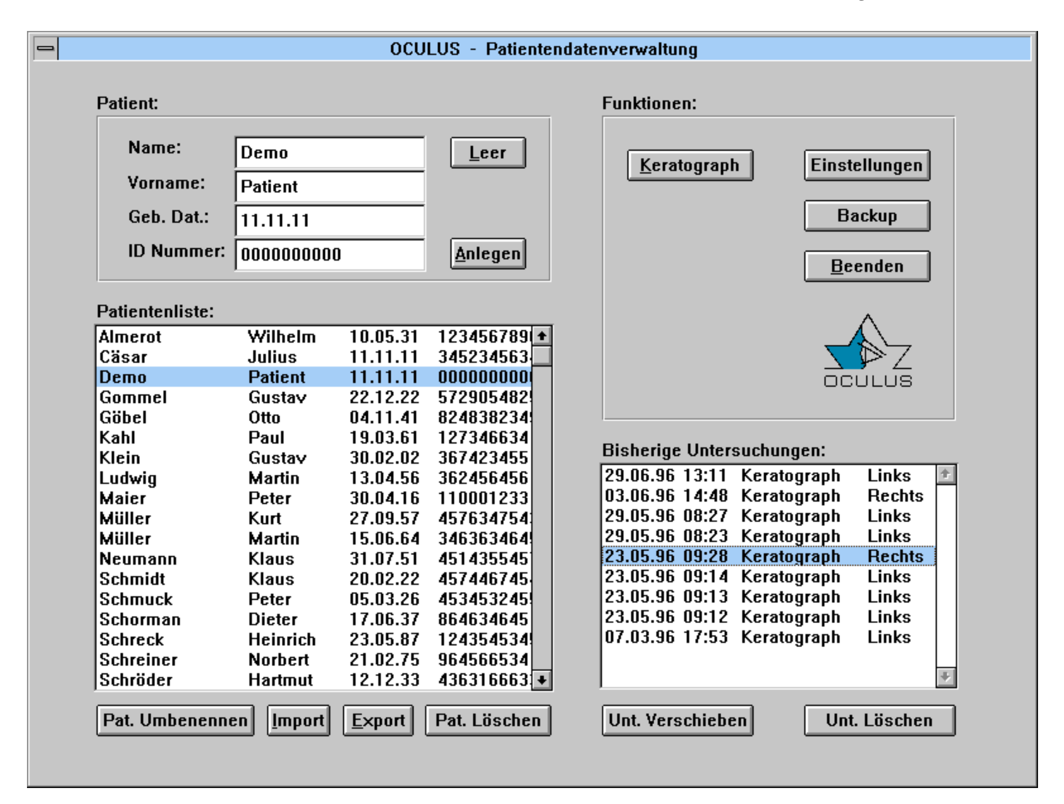
Zusätzlich kann der Patient auch über seine ID-Nummer gesucht werden (Hierfür muß das Namensfeld allerdings leer sein).

Ist der Patientenname in der Liste gefunden, wird dieser durch Anklicken des Listeneintrags in das Patientenfenster übertragen. Gleichzeitig werden die bereits vorhandenen Untersuchungen des Patienten im Untersuchungsfenster (rechts unten) aufgelistet.

7.1.2 Neuen Patient eintragen

Zur Aufnahme eines neuen Patienten in die Patientenverwaltung, sollte zunächst die Schaltfläche **[Leer]** betätigt werden, um den vorherigen Patienten aus dem Patientenfenster zu löschen. Anschließend müssen Name, Vorname und Geburtsdatum vollständig im Patientenfenster (oben links) eingegeben werden.

Eine ID-Nummer des Patienten kann eingegeben werden, ist jedoch nicht erforderlich.
Wird nun die Schaltfläche **[Anlegen]** betätigt, erscheint die Meldung:
„Patientendaten sind nicht vorhanden!“
„Soll der Patient neu angelegt werden?“. Mit der Schaltfläche **[Neu Anlegen]** wird der Patient in die Patientenliste aufgenommen.



7.1.3 Untersuchungsprogramm starten

Nach der Auswahl eines Patienten kann das Untersuchungsprogramm (siehe 7.2, Seite 19) durch Betätigen des Schalters **[Keratograph]** gestartet werden. Wenn außerdem eine Untersuchung im Untersuchungsfenster angeklickt wurde, wird diese im Untersuchungsprogramm automatisch geladen.

Durch Doppelklick auf einen Patientennamen wird das Untersuchungsprogramm ebenfalls gestartet.
Weiterhin ist es möglich durch Doppelklick auf eine „bisherige Untersuchung" das Untersuchungsprogramm zu starten, dann wird diese Untersuchung auch im Untersuchungsprogramm automatisch geladen.

7.1.4 Untersuchungen löschen / verschieben

Unterhalb der Untersuchungsliste befinden sich zwei Schaltflächen. Mit diesen können Funktionen aufgerufen werden, welche sich immer auf die zuvor angeklickte Untersuchung beziehen:

[Unt. Löschen]
Diese Funktion ermöglicht das Löschen einzelner Untersuchungen aus den Patientendaten.
Nach dem Betätigen der Schaltfläche wird noch einmal nachgefragt, ob diese Untersuchung tatsächlich gelöscht werden soll.

[Unt. Verschieben]
Wurde bei einer Untersuchung versehentlich ein falscher Patientenname in der Untersuchungsliste ausgewählt, kann das Untersuchungsergebnis nachträglich dem richtigen Patient zugeordnet werden.

Nach Betätigen der Schaltfläche **[Unt. Verschieben]** in der Patientendatenverwaltung wird die Patientenliste gezeigt.
Aus dieser Liste kann nun der richtige Patient ausgewählt werden (mit Rollbalken und Anklicken der richtigen Zeile).

Ist der richtige Patientenname gefunden und angewählt, erhält er seine Untersuchungsdaten zugeordnet, indem die Schaltfläche **[Untersuchung verschieben]** betätigt wird.

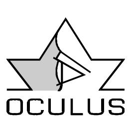
Untersuchung verschieben:

Quellpatient: Demo2, Patient, 11.11.11,
Untersuchung: 03.07.96, 08:37, Keratograph, Links
Zielpatient: Karger, Bernd, 12.05.56,

Patientenliste:

Delp	Esther	13.04.79	
Demo	Patient	11.11.11	0000000000
Demo2	Patient	11.11.11	
Essalhi	Youssef	19.03.74	
Johannis	Jutta	22.05.67	
Karger	Bernd	12.05.56	
Müller	Holger	25.04.62	
Steinmüller	Andreas	11.02.68	43758736458

[Untersuchung verschieben] [Abbrechen]



7.1.5 Patientendaten

7.1.5.1 Patient umbenennen

Die Patientendaten können nachträglich noch verändert werden, indem die Schaltfläche **[Pat.Umbenennen]** (unter der Patientenliste) betätigt wird.

In dem daraufhin erscheinenden Fenster (oben rechts) **„Patientendaten ändern“** können die Patientendaten korrigiert werden.

Durch Betätigen der Schaltfläche **[Aktualisieren]** werden die Änderungen übernommen.

Patientendaten ändern:

Name: Karger
Vorname: Bernd
Geb. Dat.: 12.05.56
ID-Nummer:

Aktualisieren   Abbrechen

7.1.5.2 Patientendaten löschen

Die Patientendaten können mit Hilfe der Schaltfläche **[Pat. Löschen]** gelöscht werden.

Vorsicht! ⇨ Bevor die Daten tatsächlich gelöscht werden, muß allerdings noch zweimal bestätigt werden, da hierbei sowohl alle Untersuchungen des Patienten, als auch die Patientendaten aus der Patientendaten-verwaltung entfernt werden.

7.1.5.3 Patientendaten exportieren

Diese Funktion ermöglicht, Patienten- und Untersuchungsdaten vom PC auf andere Datenträger (z.B. Disketten) zu übertragen.

Nach Betätigen der Schaltfläche **[Export]** erscheint ein Fenster, welches aus zwei Datenfeldern besteht.
Das obere Feld beschreibt den zu exportierenden Datensatz, das untere dient zum Festlegen des Zieldatenträgers.
Im Feld „Zieldatenträger“ wird in der Zeile **„Verzeichnis“** das Laufwerk eingetragen, in welches der Datensatz übertragen werden soll. (z.B.: „A:\“ bei Disketten).

Gleichzeitig kann dort auch ein Unterverzeichnis eingetragen werden.
(Beispiel. „A:\Februar\“)

Patientendaten exportieren:

Datensatz:
Patient: Karger, Bernd, 12.05.56,
☒ Nur Untersuchung: 29.05.96, 12:32, Keratograph, Rechts
☒ Einschließlich Kamerabilder
Benötigter Speicherplatz: 441 KB

Zieldatenträger:
Verzeichnis: A:\
Verfügbarer Speicherplatz: 911 KB

Exportieren   Abbrechen

„Datensatz“
In diesem Feld wird ausgewählt, ob alle Untersuchungen des Patienten exportiert werden sollen, oder nur eine.
Soll nur eine Untersuchung exportiert werden, wählen Sie diese in der Untersuchungsliste aus, bevor Sie die Schaltfläche **[Exportieren]** betätigen.

„Einschließlich Kamerabilder“
Weiterhin können die Kamerabilder aus dem Datensatz herausgenommen werden, da ohne Kamerabilder weniger Speicherplatz benötigt wird.

„Speicherplatz“
Die beiden Speicherplatzangaben zeigen den benötigten Speicherplatz und den auf dem Zieldatenträger verfügbaren an.

Durch Betätigen der Schaltfläche **[Exportieren]** wird der Datensatz übertragen, die Schaltfläche **[Abbrechen]** beendet die Funktion, ohne Daten zu übertragen.

7.1.5.4 Patientendaten importieren

(z. B. von einer Diskette auf die Festplatte bzw. in ein Verzeichnis des PCs)

Die Schaltfläche **[Import]** startet diese Funktion.

„Verzeichnis“
Hier werden Laufwerksbuchstabe und, wenn vorhanden, das Unterverzeichnis der Quelle eingetragen, aus der heraus importiert werden soll.

Eine Patientenliste zeigt, welche Patienten auf dem Datenträger vorhanden sind. Ebenso werden nach der Auswahl eines Patienten dessen Untersuchungen aufgelistet.
Soll nur eine einzelne Untersuchung importiert werden, klicken Sie diese in der Untersuchungsliste an.

Das Importieren wird mit der Schaltfläche **[Daten importieren]** gestartet.

Daten importieren:

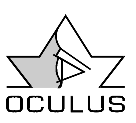
Verzeichnis: A:\

Datensatz:
Patient: Karger, Bernd, 12.05.56,
☒ Nur Untersuchung:
29.05.96, 12:33, Keratograph,

Daten importieren | Abbrechen

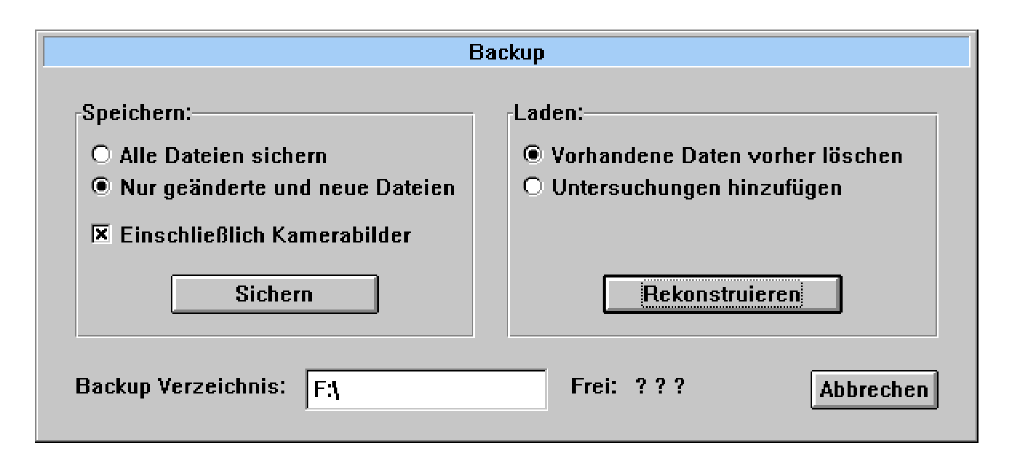
Patientenliste:
Karger Bernd 12.05.56

Vorhandene Untersuchungen:
29.05.96 12:33 Keratograph Rechts



7.1.6 Datensicherung (Backup)

7.1.6.1 Daten sichern



Die Schaltfläche **[Backup]** öffnet das Backup-Fenster. Dieses besteht aus zwei Feldern: **„Speichern“** und **„Laden“**.

In diesen Feldern kann das Verzeichnis eingestellt werden, in das gesichert bzw. aus dem geladen werden soll. Dies ist z.B. „F:\“ bei einem externen Laufwerk mit wechselbaren Datenträgern (Wechselplatte).

Die Sicherung kann nach verschiedenen Kriterien ablaufen:

- **„Alle Dateien sichern“**
  Alle Untersuchungs- und Patientendaten werden gesichert.
- **„Nur geänderte und neue Dateien“**
  Es werden nur die Daten gesichert, die seit der letzten Sicherung verändert oder neu erstellt wurden.
- **„Einschließlich Kamerabilder“**
  Diese Funktion kann ausgeschaltet werden, um den Speicherplatzbedarf zu reduzieren. Dies ist sinnvoll bei der Datensicherung auf Disketten.

Hinweis ⇨ Die Sicherung der Daten kann je nach Datenmenge viel Zeit in Anspruch nehmen, daher sollten Sie diese Funktion dann durchführen, wenn der PC (bzw. der Keratograph) längere Zeit nicht benötigt wird.

Um die Datensicherung zu starten, betätigen Sie die Schaltfläche **[Sichern]**.

7.1.6.2 Daten rekonstruieren

Das Rekonstruieren von gesicherten Daten kann ebenfalls nach verschiedenen Kriterien erfolgen:

- **„Vorhandene Daten vorher löschen“**
  Diese Funktion löscht vor dem Wiederherstellen der Patientendaten des Datenträgers alle momentan gespeicherten Untersuchungsdaten des Patienten.
  Nach dem Wiederherstellen sind daher nur die Untersuchungen vorhanden, welche sich auch auf dem Backupdatenträger befinden.
- **„Untersuchungen hinzufügen“**
  Diese Funktion fügt die Untersuchungsdaten des Datenträgers zu den bereits bestehenden Untersuchungsdaten der Patienten hinzu.

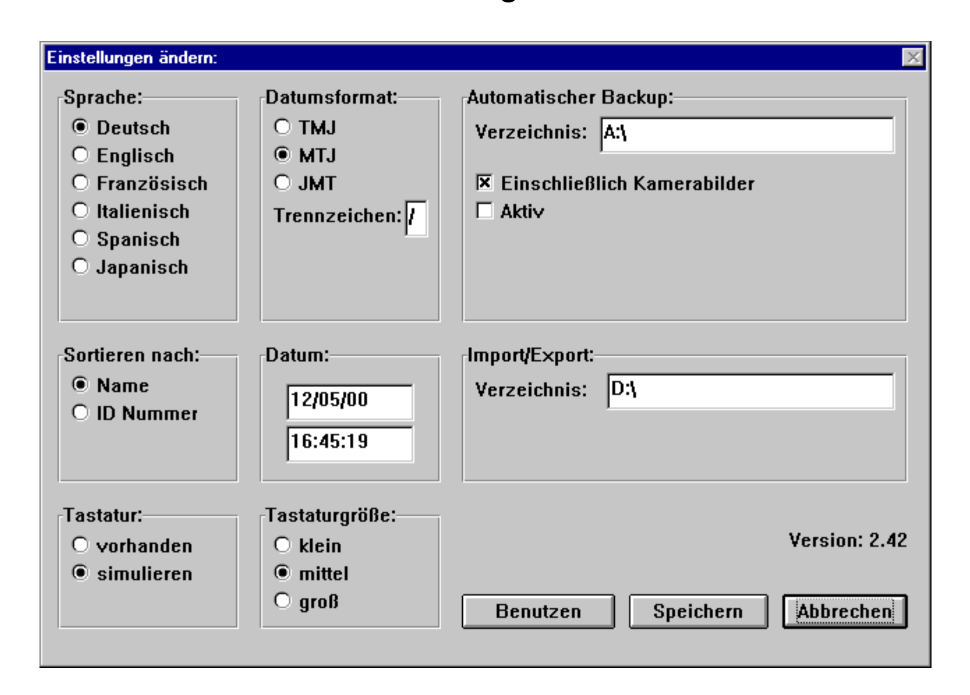
[Rekonstruieren] führt das Zurückladen von Daten des Backupdatenträgers in das System aus.

7.1.6.3 Automatisches Backup

Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Datensicherung, das Backup, automatisch durchzuführen. Hierbei werden immer nach dem Beenden des Untersuchungsprogrammes die neuen Untersuchungsdaten gesichert.

Aktiviert wird diese Funktion im Menü **„Einstellungen“.**
Diese Funktion sollte nur benutzt werden, wenn ein zusätzliches Laufwerk mit wechselbaren Datenträgern vorhanden ist.

7.1.7 Einstellungen verändern



Nachdem die Schaltfläche **[Einstellungen]** betätigt wurde, erscheint das Menü **„Einstellungen ändern“.** Hier kann die Patientendatenverwaltung Ihren eigenen Wünschen angepaßt werden:

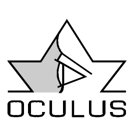
- **Sprache**
  Zur Einstellung der Sprache, die das Programm zur Ausgabe verwendet, (Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch etc.).

- **Datumsformat**
  Zum Einstellen der Datumsanzeige. Die Reihenfolgen
  Tag/Monat/Jahr (TMJ),
  Monat/Tag/Jahr (MTJ),
  oder Jahr/Monat/Tag (JMT),
  sowie das Trennzeichen können ausgewählt werden.

- **Automatisches Backup**
  Hiermit kann die automatische Backup-Funktion eingeschaltet werden (Das Feld **„Aktiv“** anklicken).

  Das Backup-Verzeichnis, in welches die Daten gesichert werden sollen, muß eingestellt werden. Dieses Verzeichnis wird auch in der normalen Backup-Funktion als Backup-Verzeichnis verwendet.
  Weiterhin kann eingestellt werden, ob die Kamerabilder bei der automatischen Sicherung mit gespeichert werden sollen oder nicht.

- **Sortieren**
  Die Patientenliste kann nach Name oder nach ID-Nummer des Patienten sortiert werden. Wird zum Finden des Patienten der Name verwendet, ist es sinnvoll, nach Namen zu sortieren.
  Wird zum Aufrufen des Patienten die ID-



Nummer verwendet, sollte auch die Sortierung danach erfolgen.

- **Datum**
  In diesem Feld können die Systemzeit und das Systemdatum verändert werden.

- **Import / Export**
  Zur Eingabe des Laufwerks, gegebenenfalls auch des Unterverzeichnisses, aus dem heraus importiert bzw. in das exportiert werden soll.

- **Tastatur**
  Wird „simulieren“ gewählt, dann erscheint neben dem Feld zur Eingabe des Patientennamen zusätzlich ein Schalter **[Tastatur]**. Wird dieser betätigt, erscheint eine virtuelle Tastatur, mit der ein Patientenname eingegeben werden kann.

- **Tastaturgröße**
  Die Größe dieser virtuellen Tastatur kann hier gewählt werden.

Mit Hilfe der Schaltfläche **[Benutzen]** wird die vorgenommene Einstellung für den weiteren Programmablauf benutzt. Beim erneuten Programmstart wird jedoch wieder die gespeicherte Einstellung geladen.

Mit der Schaltfläche **[Speichern]** kann die vorgenommene Einstellung gespeichert werden. Dann wird diese Einstellung immer nach jedem erneuten Programmstart geladen.

Die Schaltfläche **[Abbrechen]** verwirft die vorgenommenen Änderungen und beendet die Funktion.

7.2 Das Untersuchungsprogramm



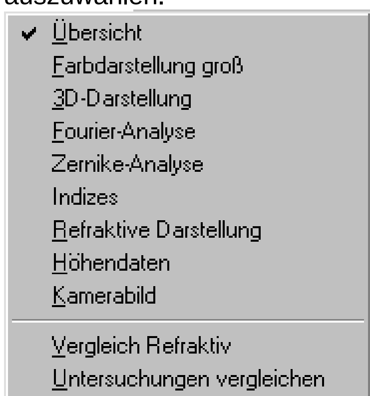
Um das Untersuchungsprogramm zu starten, wählen Sie zunächst einen Patienten aus der Liste aus und bestätigen dies mit der Schaltfläche **[Keratograph]** (siehe 7.1 Seite 11).

Nach dem Laden des Untersuchungsprogramms „Keratograph“ werden die Patientendaten (oben links) sowie die Menüleiste zur Programm-steuerung dargestellt. In der Menüleiste sind folgende Hauptmenüpunkte vorhanden:

- **Patient**
  Beendet das Untersuchungsprogramm und führt zurück zur Patientenverwaltung.
  Neuer Patient / Ende

- **Untersuchung**
  Lädt alte Untersuchungen und führt neue Untersuchungen durch.
  Neue Messung (Auge)
  Alte Messung laden

- **Darstellung**
  Wird verwendet, um die verschiedenen Ergebnisdarbietungen einer Untersuchung auszuwählen.

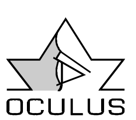


- **Kontaktlinsenanpassung**
  Startet das Programm zur Kontaktlinsen-anpassung für die gemessene Hornhaut.

- **Einstellungen**
  Hier können verschiedene Programm-einstellungen vorgenommen werden.

- **Sonstiges**
  In diesem Menü sind verschiedene Programmfunktionen wählbar.
  Keratograph starten
  Kommunikation testen
  Shutter setzen
  Ports setzen

- **Drucken**
  Druckt den momentanen Bildschirminhalt auf dem Drucker aus.



7.2.1 Durchführung einer Messung

- Die Tischhöhe so einstellen, daß der Kopf des Patienten bequem in der Kinn-Stirn-Stütze fixiert werden kann.
- Die Kinnstütze so einstellen, daß die Augen des Patienten ungefähr in Höhe des schwarzen Ringes an der Kinn-Stirn-Stütze liegen.
- Den Patienten darüber informieren, daß er die gelbe Fixations-LED des Keratographen (in der Mitte des Placidosystems) nun ständig fixieren muß.
- Untersuchungsprogramm starten (siehe 7.2 Seite 19) und die Funktion **„Neue Messung (Auge)“** im Menü **„Untersuchung“** auswählen.
- Die daraufhin erscheinende Frage: **„Welches Auge soll untersucht werden?“** mit **[Rechts]** oder **[Links]** beantworten, um die Untersuchung zu starten. Auf der linken Bildschirmseite erscheint nun laufend das aktuelle Kamerabild.
- Den Keratograph mit Hilfe des Kreuzschlittens so ausrichten, daß das Patientenauge in der Mitte des Kamerabildes erscheint (Grobjustage). Dann den Abstand des Keratographen zum Patientenauge so einstellen, daß das Kamerabild möglichst scharf erscheint.

Befindet sich der Keratograph in der Nähe der Auslöseposition, mißt er selbsttätig den Abstand zum Patientenauge und stellt ihn neben dem Kamerabild graphisch dar.

OCULUS - KERATOGRAPH

Patient Untersuchung Darstellung Kontaktlinsenanpassung Einstellungen Sonstiges Drucken

Name: Demo, Patient Unt. Dat.:

Geb. Dat.: 11.11.22 Auge: Unt. Zeit:

Draufsicht Seitenans.

Automatische Auslösung gesperrt. Freigabe: Leertaste drücken

Diese Darstellung erfolgt als Seitenansicht und als Draufsicht des Meßvorganges. Zusätzlich wird die Richtung angezeigt, in welche das Gerät bewegt werden muß, um in die Auslöseposition zu gelangen (Feinjustage).

Die Messung erfolgt automatisch, wenn sich der Keratograph in der Auslöseposition befindet. Dafür ist es jedoch erforderlich, daß die Messung vorher freigegeben wurde.

Bevor die Freigabe der Messung erfolgt, sollte der Patient aufgefordert werden, das Auge weit zu öffnen, um einen möglichst großen Bereich der Hornhautoberfläche zu vermessen.
Die Freigabe erfolgt durch Betätigen der **Leertaste** auf der PC-Tastatur.

Hinweis ⇨ Falls das Meßsystem nicht auslöst (dies kann bei sehr starkem Keratokonus vorkommen), kann das Auslösen der Messung durch Betätigen der **RETURN-Taste** auf der PC-Tastatur erzwungen werden.

Nach Auslösung der Messung, wird das Bild digital zum PC übertragen und dargestellt. Daraufhin startet selbsttätig die Bildverarbeitung.

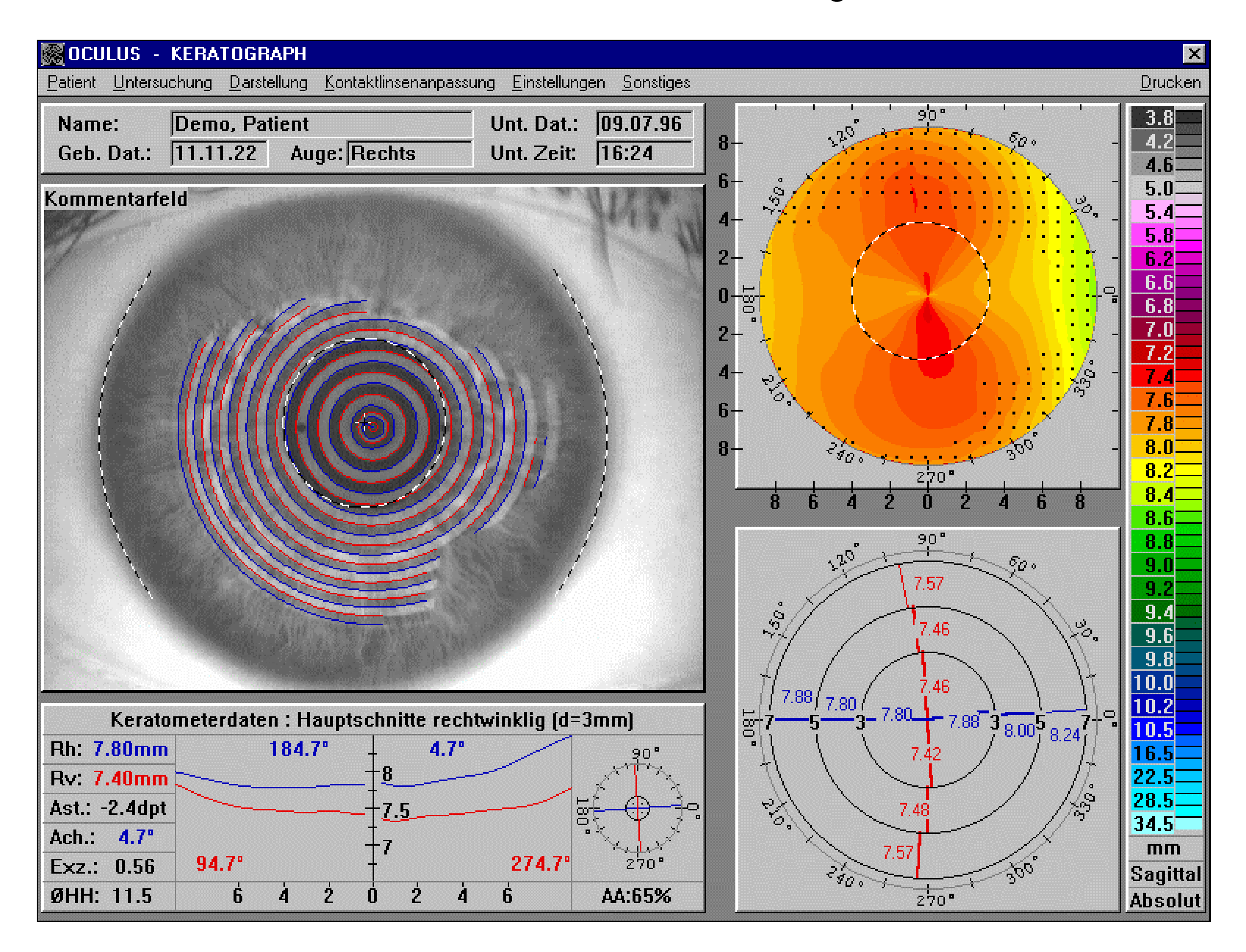
Aus dem Reflexionsbild des Placidosystems werden nun die geometrische Oberfläche der Hornhaut, sowie die lokalen Krümmungsradien berechnet, automatisch gespeichert und mit Hilfe der Übersichtsdarstellung auf dem Bildschirm präsentiert.

Hinweis ⇨ Um anfangs diesen Ablauf zu üben, sollte der Meßvorgang zunächst einige Male mit Hilfe der mitgelieferten Kalibrierkugel durchgeführt werden.

Hinweis ⇨ Nase und Stirn des Patienten können zu Abschattungen des Ringsystemes führen. Da in diesen Bereichen nicht gemessen werden kann, muß hier interpoliert werden (schwarze Punkte bzw. weiße Bereiche im farbigen Topographiebild siehe auch 7.2.2.2 Seite 24).
Die Abschattung des Ringsystems kann minimiert werden, wenn der Kopf des Patienten in der Kinn-Stirn-Stütze so plaziert wird, daß sich die Nase möglichst weit vom Keratographen entfernt (Kopf drehen, Messung mehr von außen). Wichtig ist jedoch, daß die gelbe Fixations-LED vom Patienten fixiert wird.

7.2.2 Auswertung der Untersuchungen mit Hilfe der verschiedenen Darstellungsarten

7.2.2.1 Übersichtsdarstellung



Die Übersichtsdarstellung ist eine Zusammenfassung mehrerer Auswertungsdarstellungen, die einen schnellen Überblick über die gemessene Hornhauttopographie verleiht.

Folgende Datenfelder sind vorhanden:

- **Patientendaten** (oben links)
- **Verkleinertes Kamerabild**
  der Messung (mitte links). Die von der Bildverarbeitung ermittelten Ringkanten (rot/blau) sowie die Iris und die Pupille (weiß-schwarz) werden zur Kontrolle der Messung ebenfalls dargestellt. Die Pupillenmitte ist als weiß-schwarzes Kreuz dargestellt. Der Abstand zwischen Topographiemitte und Pupillenmitte (Fixierpunktabweichung) wird als Zahlenwert in der Kontaktlinsenanpassung dargestellt (siehe 7.2.2.11 Seite 48).
- **Farbige Topographiedarstellung**
  (oben rechts). Den gemessenen lokalen Krümmungsradien werden verschiedene Farben zugeordnet und ortsabhängig dargestellt. Diese Darstellungsform bietet den besten Eindruck des Krümmungsverlaufs der gemessenen Hornhaut.
  Auch hier wird der Pupillenrand mit einer weiß-schwarzen Linie gekennzeichnet.
- **Farbbalken**
  Am rechten Rand der Übersichtsdarstellung ist aufgelistet, welchen Krümmungsradien die Farben entsprechen. Unter dem Farbbalken sind drei Felder vorhanden, welche die Krümmungsradien genauer beschreiben:
  Im ersten Feld wird die Einheit der

Krümmungswerte dargestellt (Millimeter oder Dioptrie) sowie bei relativem Farbbalken die Abstufung (z.B. 0.25 dpt).
Das nächste Feld zeigt an, ob es sich um Sagittal- oder Tangentialradien handelt.
Im letzten Feld wird die Art der Farbskala angezeigt: Absolut oder Relativ (siehe auch 7.2.4 Seite 61).

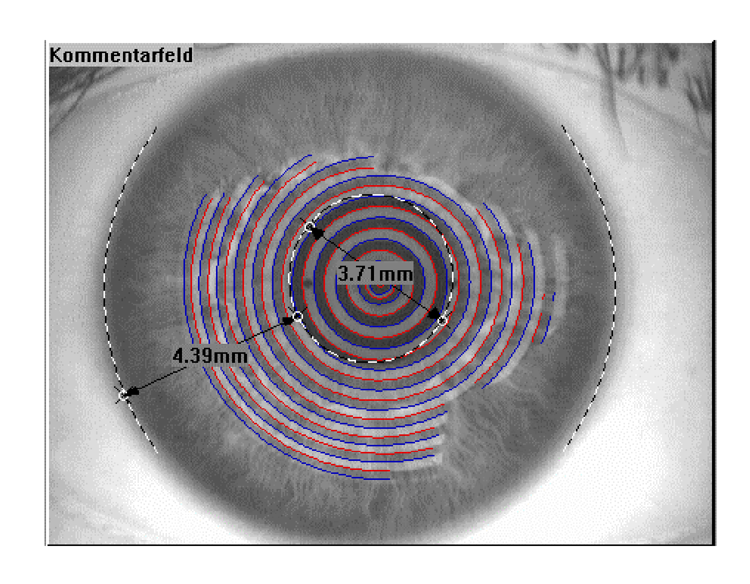
- **Keratometerdaten** (links unten)
  Auf dem 3mm-Ring der Hornhaut werden die beiden Hauptschnitte ermittelt. Diese stehen definitionsgemäß immer 90° aufeinander.
  Die Lage der Hauptschnitte wird aus dem kleinen Diagramm im rechten Teil des Feldes ersichtlich. Der Krümmungsverlauf auf diesen Hauptschnitten, vom Zentrum zur Peripherie, ist in der Mitte des Diagramms dargestellt.
  Weiterhin sind die üblichen Keratometerwerte auf der linken Diagrammseite aufgeführt:
  Rh: Horizontaler Krümmungsradius im Zentrum
  Rv: Vertikaler Krümmungsradius im Zentrum
  Ast.: Astigmatismus der Hornhaut im Zentrum
  Ach.: Achslage des flachen Meridians
  Exz.: Mittlere Exzentrizität der Hornhaut
  ØHH: Hornhaut- bzw Irisdurchmesser
  AA: Analysed Area: Anteil der effektiv vermessenen (nicht interpolierten) Hornhautoberfläche in Prozent

- **Die numerische Extremwertdarstellung** (unten rechts) ermöglicht eine schnelle zahlenmäßige Erfassung der Hornhauttopographie.
  Ermittelt werden die maximalen und minimalen Krümmungsradien mehrerer Ringe auf der Hornhaut bei 3mm, 5mm und 7mm Durchmesser. Diese Extremwerte werden ortsabhängig dargestellt. Die Größe des Astigmatismus, sowie dessen Winkelposition sind daher leicht erkennbar.
  Krümmungsmaxima werden rot, Krümmungsminima werden blau dargestellt.
  Hinweis ⇨ Falls auf einem Ring keine vier Extremwerte vorhanden sind, werden die Hauptschnitte dargestellt.

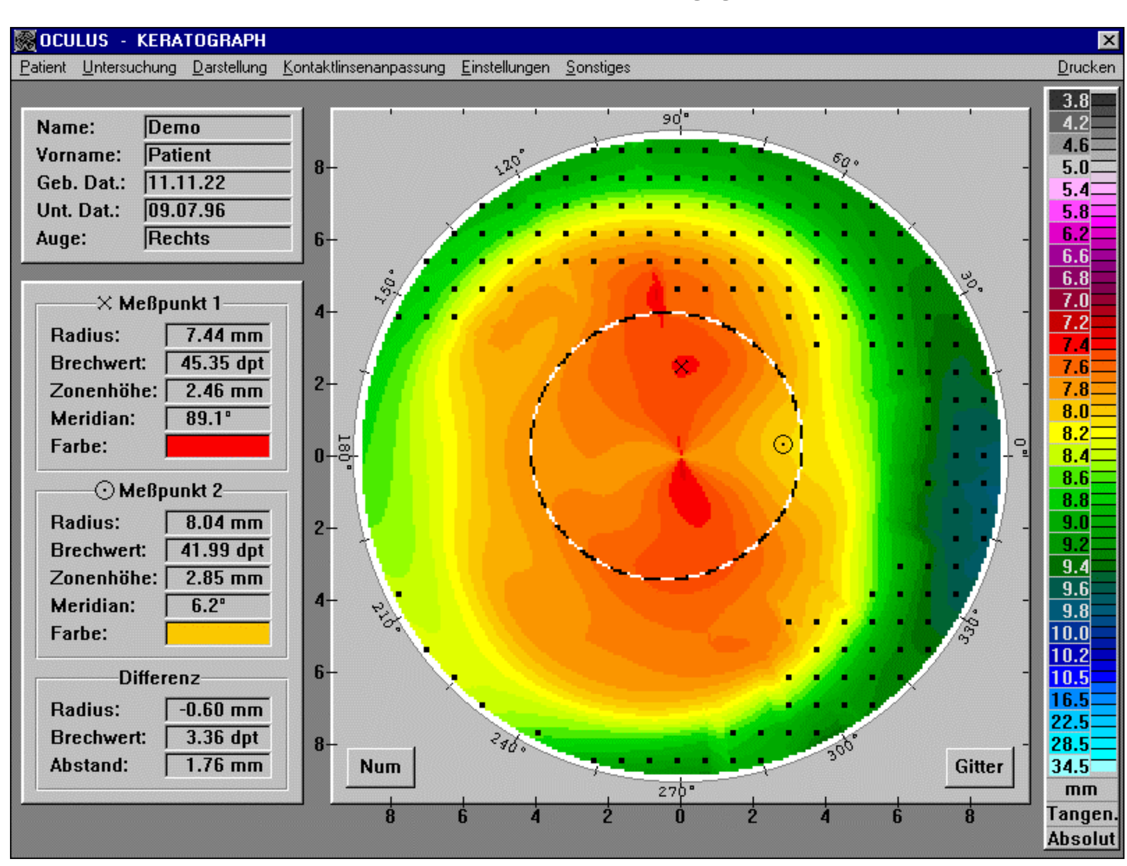
- **Krümmungswertabfrage**
  Wird im farbigen Topographiebild eine Stelle mit der linken Maustaste angeklickt, dann erscheint der entsprechende Krümmungswert dieser Stelle über dem Mauszeiger. Hierbei bezieht sich die Krümmung auf die im Farbbalken dargestellten Parameter (mm/dpt, Sag/Tan, Rel/Abs).

- **Kommentarfeld**
  Am oberen Rand des Kamerabildes kann ein Kommentar ergänzt werden. Hierfür muß mit dem Mauszeiger der obere Rand des Kamerabildes angeklickt werden. Daraufhin erscheint ein neues Fenster: „**Infotext ändern**", in welchem der Kommentar eingegeben, bzw. geändert werden kann. Wird nun die Schaltfläche [OK] betätigt, schließt sich das Fenster wieder, und der Kommentar wird im Kamerabild angezeigt.
  Dieser Kommentar wird auch beim Laden der Untersuchungen angezeigt (siehe auch 7.2.7.1 Seite 85).

- **Manuelle Meßfunktion**
  Diese Funktion ermöglicht, die Entfernung zweier beliebiger Punkte im Kamerabild zu messen:
  Wird eine Stelle im Kamerabild angeklickt (linke Maustaste), dann wechselt der Mauszeiger automatisch von Pfeil zu Kreuz. Solange die linke Maustaste gedrückt gehalten wird, kann dieses Kreuz nun im Kamerabild exakt positioniert werden. Nach dem Loslassen der Maustaste wird diese Stelle markiert und das Kreuz kann noch einmal positioniert werden. Nun wird zusätzlich zum Kreuz auch die Entfernung zum ersten Punkt und die Verbindungslinie „Gummiband" dargestellt. Ein erneutes Betätigen der linken Maustaste beendet diese Funktion. Die so erzeugten Maßpfeile können wieder gelöscht werden, indem „Darstellung"/ „Übersicht" noch einmal ausgewählt wird.



7.2.2.2 Farbdarstellung groß



Diese Darstellungsform ermöglicht das interaktive Auswerten der farbigen Topographiedarstellung. Hierfür wird diese vergrößert präsentiert (rechts). Der Pupillenrand ist mit einer weiß-schwarzen Linie eingetragen.

War die Messung nicht vollständig, werden die interpolierten Bereiche durch schwarze Punkte bzw. weiße Stellen gekennzeichnet (je nachdem ob Komplettbild oder Originalbild eingestellt ist siehe auch 7.2.4 Seite 70).

Durch Betätigen der rechten bzw. der linken Maustaste können zwei verschiedene Markierungen in das Topographiebild gesetzt werden:
linke Maustaste: ⨯ Meßpunkt 1
rechte Maustaste: ⊙ Meßpunkt 2
Die numerischen Daten der markierten Punkte der Hornhaut werden daraufhin in den Darstellungsfeldern (links) angezeigt. Dies sind für jeden Meßpunkt:

- **Krümmungsradius** in mm.
- **Brechwert** der Krümmung in Dioptrie.
- **Zonenhöhe:** Der Durchmesser des Kreises (in mm), auf dem der Meßpunkt liegt.
- **Meridian**: Meridianposition des Meßpunktes.
- **Farbe**: Zugeordnete Farbe der Krümmung

Sind zwei Markierungen gesetzt, erscheint (links unten) automatisch die Differenz beider Punkte:

- **Differenz der Krümmungsradien** in mm (Meßpunkt 1 – Meßpunkt 2).
- **Differenz der Brechwerte** in Dioptrie (Meßpunkt 1 – Meßpunkt 2).
- **Abstand der beiden Punkte** in mm

Hinweis ⇨ Um eine bessere Orientierung im Topographiebild zu erhalten, kann mit Hilfe der Schaltfläche **[GITTER]** ein skaliertes Polarkoordinatensystem über die Farbdarstellung gelegt (und wieder gelöscht) werden.
Weiterhin kann über die Schaltfläche **[NUM]** eine numerische Darstellung der Krümmungswerte im Topographiebild ein- und ausgeschaltet werden.

7.2.2.3 3D-Darstellung

Die 3D-Darstellung der Hornhautoberfläche ermöglicht eine eindrucksvolle Präsentation des Krümmungsverlaufs der gemessenen Hornhaut. Sie ist besonders geeignet, um dem Patienten die geometrischen Verhältnisse der Hornhautoberfläche zu veranschaulichen.

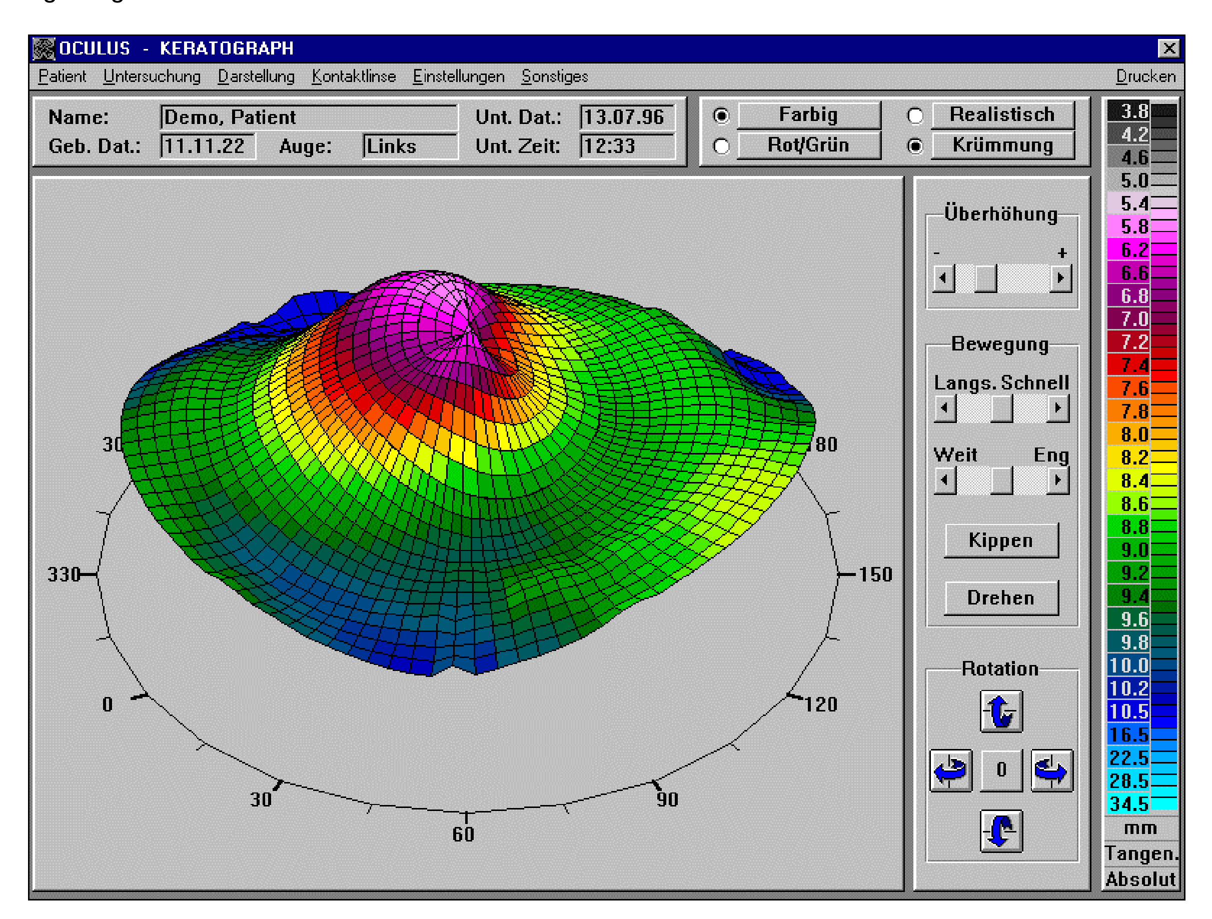
Die Darstellung kann mit Hilfe der Rotationsschaltflächen (rechts unten) in beliebige Lagen gedreht werden. Die Schaltfläche **[0]** dreht die Darstellung wieder in die Ausgangslage.

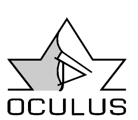
Zur Verbesserung des räumlichen Eindrucks kann das Hornhautbild auch bewegt dargestellt werden.
Werden die Schalter **[Kippen]** oder **[Drehen]** betätigt, erfolgt zunächst die Berechnung der Animation. Anschließend wird das Hornhautbild bewegt dargeboten.

Die Weite des Bewegungsvorganges wird mit dem Schieberegler **[Weit Eng]** eingestellt, die Geschwindigkeit der Darbietung mit dem Schieberegler **[Langs. Schnell].**
Durch einen Mausklick wird die Animation beendet.

Die Darstellung des Hornhautbildes kann zusätzlich noch verändert werden:

Mit dem Schieberegler **[Überhöhung]** kann eine Überhöhung oder Abschwächung der Krümmungsdarbietung erfolgen.
Die überhöhte Darstellung ermöglicht eine bessere Erkennbarkeit von Hornhautunregelmäßigkeiten (z.B. eines leichten Keratokonus).





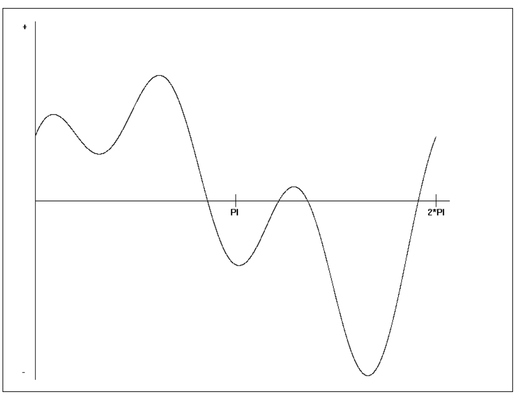
Mit Hilfe der vier Schaltflächen **[Farbig], [Rot/Grün], [Realistisch], [Krümmung]** kann die Art der Darbietung weiter verändert werden:

- **Farbig**:
  Die Darstellung erfolgt als ausgefülltes Oberflächenmodell. Die Farbe der Oberfläche kennzeichnet den lokalen Krümmungsradius des jeweiligen Ortes.
- **Rot/Grün**
  Die Darstellung erfolgt als Drahtmodell. Mit Hilfe einer Rot/Grün-Brille entsteht ein echter dreidimensionaler Eindruck der Darstellung.
- **Realistisch**
  In diesem Modus kann die tatsächliche Form der Hornhaut dargestellt werden, wenn der Schieberegler **[Überhöhung]** ganz nach links geschoben wird, also die Überhöhung ausgeschaltet ist. Wird der Schieberegler jedoch weiter nach rechts geschoben, dann werden die Abweichungen der Corneaform von einem Referenzkörper (Rotationsellipsoid) verstärkt, somit sind die Effekte (Astigmatismus, Keratokonus) besser zu erkennen.
- **Krümmung**
  Die lokale Höhe des dargestellten Bildes (3. Dimension) entspricht dem Wert der Krümmung. Das daraus resultierende Bild verdeutlicht den Krümmungsverlauf recht gut, da evtl. vorkommende Krümmungsunterschiede der gemessenen Hornhaut (z.B. bei Astigmatismus oder Keratokonus) stärker in Erscheinung treten, als bei realistischer Darstellung, vor allem, wenn **[Überhöhung]** auf Maximum gestellt ist.
  Diese Darstellung entspricht jedoch nicht dem tatsächlichen Verlauf der Oberfläche (z.B. eine Kugel erscheint als ebene Fläche, da die Krümmung überall gleich ist.)

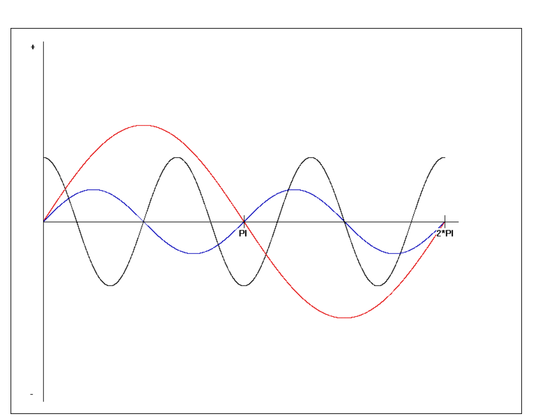
Hinweis ⇨ Die verschiedenen Darbietungsformen sind parallel anwendbar, d.h. es ist möglich, z.B. ein nach links rotierendes, überhöhtes Krümmungsbild in Rot/Grün – Darstellung bewegt zu präsentieren.

7.2.2.4 Fourier-Analyse

Das nach dem französischen Physiker Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) benannte mathematische Verfahren zerlegt eine periodische Funktion in eine Anzahl trigonometrischer Sinus- und Cosinusschwingungen (**Fourier-Analyse**). Dabei ist die Grundschwingung (1. Harmonische) eine Sinusschwingung mit der gleichen Periode wie die zu analysierende Schwingung. Die 2. Harmonische weist die halbe Schwingungsdauer (entsprechend zwei Sinuswellen) auf, die 3. Harmonische 1/3 Schwingungsdauer (entsprechend drei Sinuswellen) usw. Die Addition aller dieser einzelnen Schwingungskomponenten (**Fourier-Synthese**) ergibt wieder die ursprüngliche Funktion.



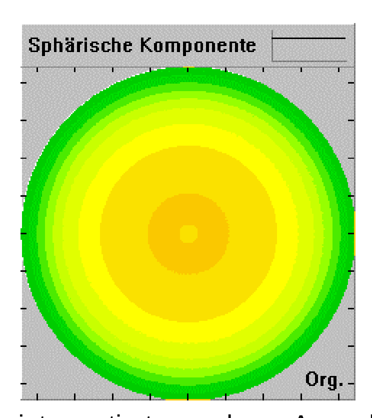
Zu analysierende Schwingung



Zerlegung in zwei Sinus- und eine Cosinusschwingung

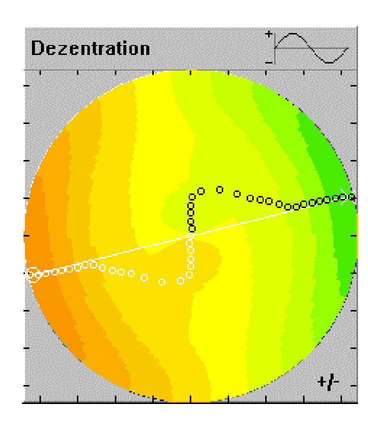
Beim Keratographen wird das Topographiebild in analoger Weise mit Hilfe der Fourier-Analyse in einzelne Komponenten zerlegt (Um die Fourier-Analyse des Keratographen zu starten, muß in der Menüzeile unter „Darstellung" der Punkt „Fourier-Analyse" ausgewählt werden). In einem ersten Schritt wird das Originalbild in einzelne konzentrische Ringe aufgeteilt. Die Fouriertransformation zerlegt anschließend den Krümmungsverlauf auf jedem Ring in die einzelnen Sinus- bzw. Cosinusschwingungen. Die Komponenten 0., 1. und 2. Ordnung sowie alle übrigen werden nun für alle Ringe gemeinsam wieder in je einem Bild dargestellt. Betrachtet man auf diese Art die einzelnen Schwingungskomponenten isoliert, so ergeben sich interessante Eigenschaften:

- **Sphärische Komponente**



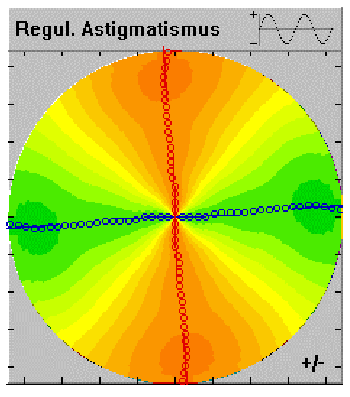
Diese Darstellung enthält nur die Schwingungskomponente 0. Ordnung in Form des arithmetischen Mittelwerts aller Radien auf jedem einzelnen Ring. Dieser Wert kann auch als sphärischer Anteil der Radien pro Ring interpretiert werden. Aus dieser sphärischen Komponente kann unter Annahme eines Rotationsellipsoids die Exzentrizität der Cornea mittels einer Approximation bestimmt werden. Sie liegt bei normalen Augen **unter 0,85.**

- **Dezentration**



Die Schwingung 1. Ordnung entspricht einer gleichmäßigen Sinusschwingung, welche während einer Rotation auf dem jeweiligen Radiusring ein Minimum und ein Maximum durchläuft. Sie stellt ein Maß dar für die Verkippung zwischen der optischen Achse des Videokeratoskops und dem optischen Scheitelpunkt der Cornea.
Zu beachten ist, daß diese Funktion keine Absolutwerte liefert, sondern nur relative Werte, da ihr arithmetischer Mittelwert Null beträgt.
Die Minimal- und Maximalwerte der Radiusringe sind mit weißen (Minimalwert) und schwarzen (Maximalwert) Kreisen gekennzeichnet. Somit sind die Achslagen der Dezentration in den unterschiedlichen Zonen erkennbar. Der Maximalwert der Dezentration übersteigt bei normalen Corneae **kaum 0,43 mm für Sagittalradien** (bzw. **kaum 1,88 mm für Tangentialradien**).

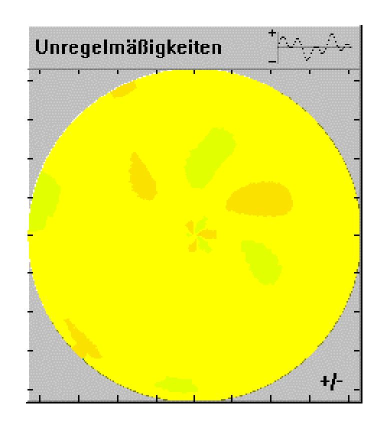
- **Regulärer Astigmatismus**



Die Schwingung 2. Ordnung repräsentiert eine gleichmäßige Sinusschwingung doppelter Frequenz, welche während einer Rotation auf dem Radiusring zwei Minima und zwei Maxima durchläuft. Auch diese Funktion liefert nur relative Werte.
Die Achslage der verschiedenen Zonen wird mittels roter und blauer Kreise markiert. Zusätzlich werden zentraler und peripherer Astigmatismus durch rote und blaue Striche gekennzeichnet. Roter Strich bedeutet steiler Meridian, blauer Strich bedeutet flacher Meridian. Bei Keratokonus findet man nicht selten eine Verdrehung der Astigmatismusachse von zentral nach peripher, was zu Wirbelfiguren führen kann.

Die Erfahrung zeigt, daß Betrag und Achsenlage des zentralen Astigmatismus nach durchgeführter Fourier-Analyse mit der subjektiven Refraktion besser übereinstimmen als die gemessenen Zentralradien des integrierten Keratometers. Die Ursache liegt darin, daß eine Dezentration oder höhere corneale Aberrationen (z.B. Drei- oder Vierwelligkeit) die Amplitude und Achsenlage von Keratometermessungen beeinflussen.

- **Unregelmässigkeiten**

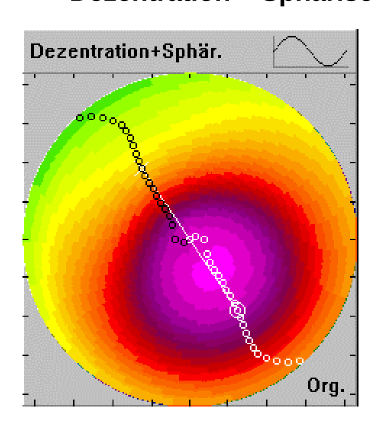


Alle restlichen Schwingungskomponenten ergeben addiert die Unregelmäßigkeiten des gemessenen Hornhautringes, ebenfalls wieder in Form relativer Werte. Der Mittelwert aller Irregularitäten liegt bei normalen Corneae **unter 0,030 mm für Sagittalradien** (bzw. **unter 0,141 für Tangentialradien**). Zwischen der Irregularität und der bestmöglichen korrigierten Sehschärfe besteht eine inverse Korrelation.
Im Feld „Unregelmäßigkeiten“ sind nur Schwingungskomponenten dargestellt, die nicht mit Sphäre, Zylinder oder Prisma korrigiert werden können. Sind diese groß, wird der Proband nur mit formstabilen Kontaktlinsen einen guten Visus erreichen.

Kombination von Fourier-Komponenten

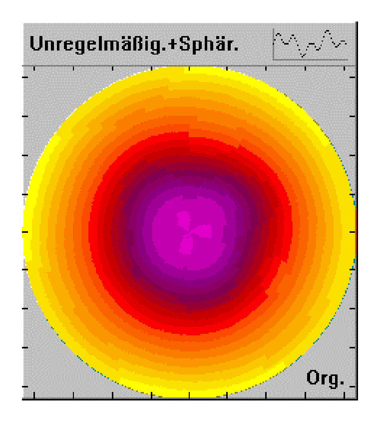
Die Komponenten „Dezentration“ sowie „Unregelmäßigkeiten“ können wie oben beschrieben separat dargestellt werden. Es ist jedoch auch möglich, zu diesen Komponenten die sphärische Komponente zu addieren. Ob die sphärische Komponente addiert werden soll, kann im Menü „Einstellungen“ bestimmt werden (siehe 7.2.4 Seite 71).

- **Kombination:**
  Dezentration + Sphärische Komponente



Die Addition von sphärischer Komponente und Dezentration liefert häufig eine anschauliche Darstellung der Conuslage. Der Apex ist oftmals besser zu erkennen als im Originalbild.

- **Kombination:**
  Unregelmäßigkeiten + Sphärische Komp.



Die Kombination von Unregelmäßigkeiten und sphärischer Komponente zeigt eventuell auftretende Drei- oder Vierwelligkeit oft deutlicher als die separate Darstellung der Unregelmäßigkeiten.

Fourier-Indizes

Aus den einzelnen Komponenten lassen sich Indizes berechnen, die eine rasche zahlenmässige Charakterisierung der Corneaoberfläche gestatten:

Fourier-Indizes	
Sphär. RMin:	6.30mm
Sphä. Exzentrizität:	1.16
Max. Dezentr.:	0.80mm/304°
Astigma. zentral:	0.40mm/165°
Astigma. peripher:	0.09mm/16°
Unregelmäßigkeit:	0.023

- **Sphär. RMin:** Minimaler Krümmungradius der sphärischen Komponente
- **Sphä. Exzentrizität:** Aus der sphärischen Komponente berechnete Hornhautexzentrizität. Sie sollte nicht mit der nach dem Sagittalradien-Meßverfahren bestimmten Exzentrizität in 30° verwechselt werden
- **Max.Dezentr.:** Maximalwert und Lage der Dezentration im Teilbild „Dezentration“
- **Astigma. zentral:** Krümmungsunterschied und Achslage des regulären, zentralen Astigmatismus
- **Astigma. peripher:** Krümmungsunterschied und Achslage des regulären, peripheren Astigmatismus
- **Unregelmäßigkeit:** Mittelwert aller Abweichungen im Bild „Unregelmässigkeiten“

Hinweis ⇨ Pathologische Werte werden automatisch rot unterlegt.

Farbbalken:

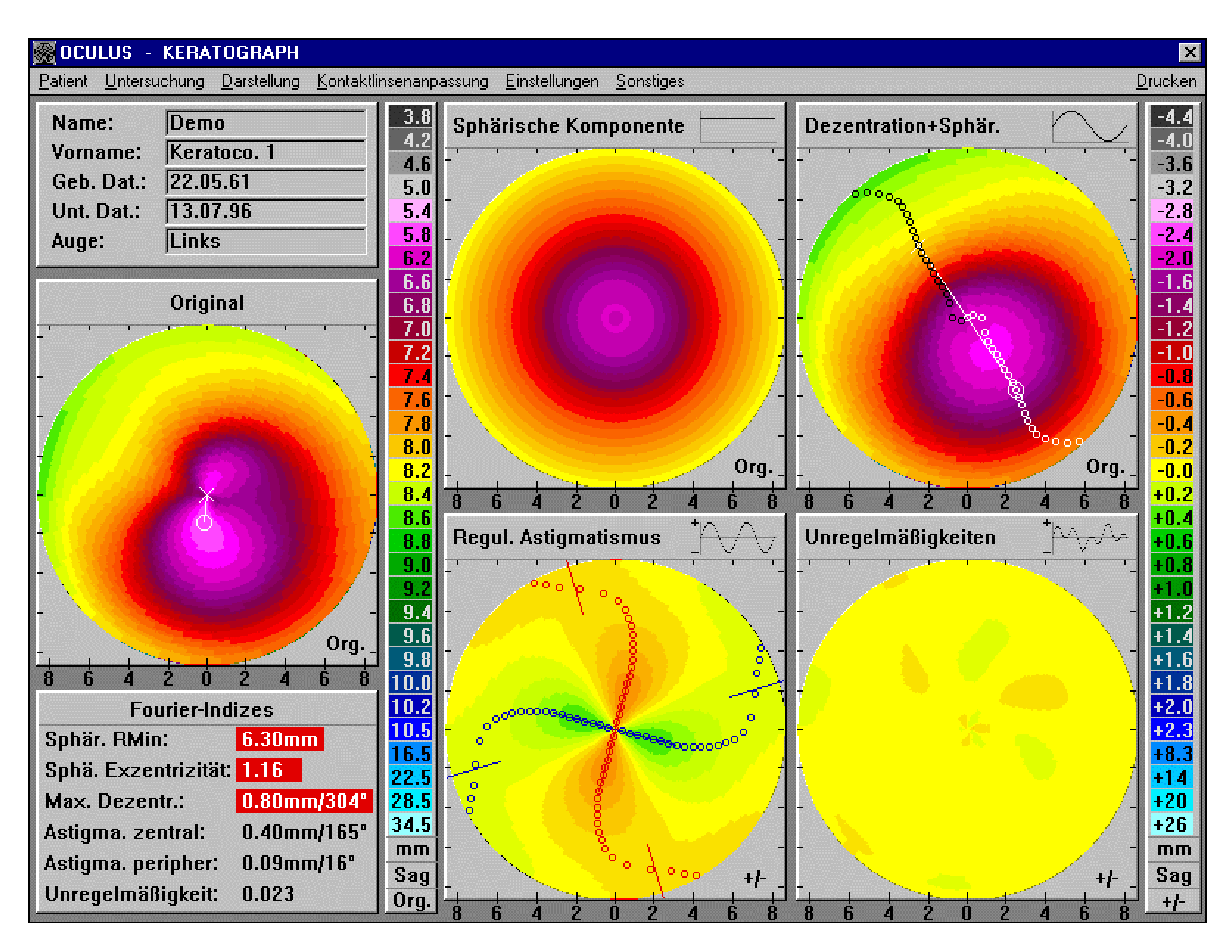
In der Darstellung „Fourier-Analyse“ sind zwei Farbbalken vorhanden. Beide haben die gleiche Abstufung. Der linke Farbbalken **(Org.)** entspricht dem der Übersichtsdarstellung, der rechte Farbbalken stellt eine relative Skala **(+/-)** dar. In jedem Topographiebild der Fourier-Analyse wird unten rechts gekennzeichnet, auf welchen Farbbalken sich das Bild bezieht.

Nur das „Originalbild" und die „Sphärische Komponente" beziehen sich auf den (linken) Original-Farbbalken. „Dezentration", „Regulärer Astigmatismus" und „Unregelmäßigkeiten" erfordern den relativen Farbbalken (+/-), da sie additive Komponenten des Originalbildes darstellen.

Wird jedoch zu der Dezentration oder den Unregelmäßigkeiten die Sphärische Komponente addiert, dann ist für diese kombinierten Darstellungen der linke Farbbalken (Org.) erforderlich (siehe auch 7.2.4 Seite 71).

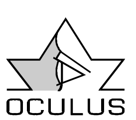
In allen Farbdarstellungen kann die Krümmungswertabfrage benutzt werden, d.h.: Wird in einer Topographiedarstellung eine beliebige Stelle angeklickt (linke Maustaste), erscheint der Krümmungswert dieser Stelle über dem Mauszeiger.

7.2.2.4.1 Anwendungsbeispiele der Fourier-Darstellung bei Keratokonus

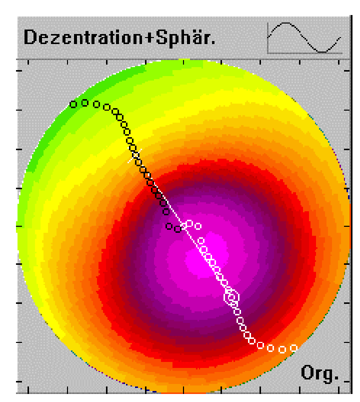


Bei Keratokonus findet man - je nach Stadium mehr oder weniger ausgeprägt - folgende Abweichungen vom Bild gesunder Augen:

„Sphärische Komponente“
Der minimale Krümmungsradius (Sphär. RMin) ist steiler und liegt meist **unter 6,87 mm bei Sagittalradien** (bzw. **unter 6,93 bei Tangentialradien**). Ebenso kann die Exzentrizität (Sphä. Exzentrizität) den Wert von **0,85** übersteigen. Beide Werte sind allerdings inkonstant und können nicht isoliert als Index verwendet werden.

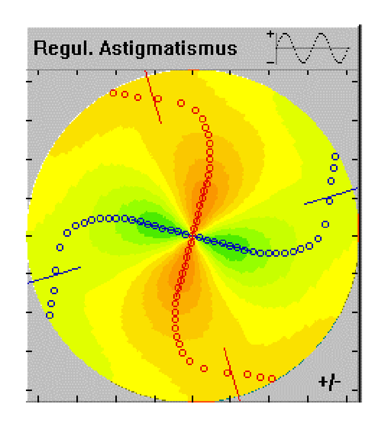


„Dezentration und Sphär.“



Die Richtungsachse der Dezentration liegt meist senkrecht oder schräg-senkrecht (beim gesunden Auge hingegen meist waagrecht oder schräg-waagrecht) entsprechend der Apexlage des Konus, der in der kombinierten Darstellung sehr schön dargestellt wird.
Das Ausmaß der Dezentration ist in der Regel größer als beim gesunden Auge und übersteigt **0,43 mm bei Sagittalradien** (bzw. **1,88 mm bei Tangentialradien**).. Auch dieser Wert ist jedoch inkonstant und kann nicht als Index verwendet werden.

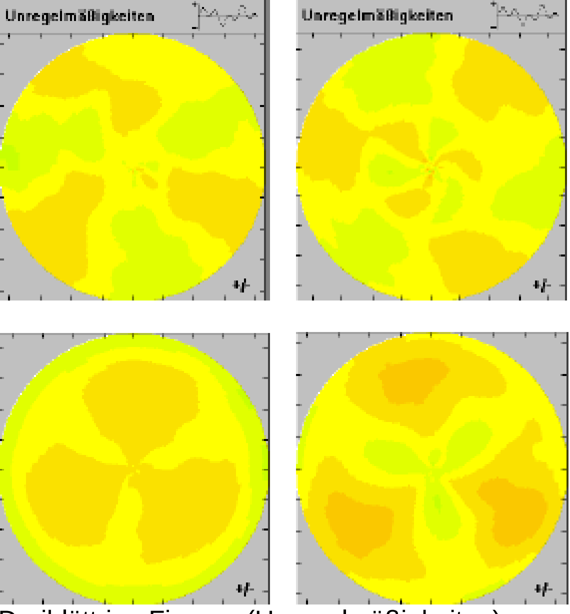
„Regulärer Astigmatismus“



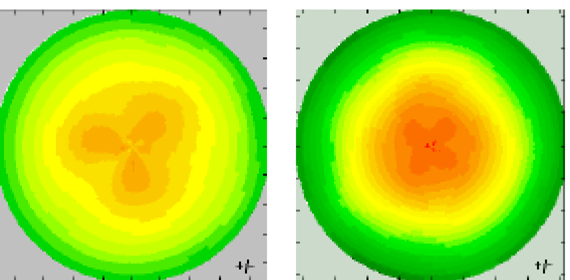
Während bei Astigmatismus die Richtung der Achse geradlinig verläuft, dreht sie sich bei Keratokonus nicht selten vom Zentrum zur Peripherie hin und erhält so ein spiralförmiges Aussehen.

„Unregelmäßigkeiten“ bzw. „Unregelmäßigkeiten und sphärische Komponente“

Bei Keratokoni verschiedener Schweregrade erkennt man nicht selten mehr oder weniger deutliche Bilder in Form von drei oder vierblättrigen Figuren. Sie entsprechen cornealen Aberrationen höherer Ordnung, die bei Zernike-Polynomen unter den Namen Dreiwelligkeit/ Kleeblatt /Trefoil) bzw. Vierwelligkeit bekannt sind. Die Kombination der Unregelmäßigkeiten mit der sphärischen Komponente läßt die Figuren oft noch deutlicher hervortreten.



Dreiblättrige Figuren (Unregelmäßigkeiten)

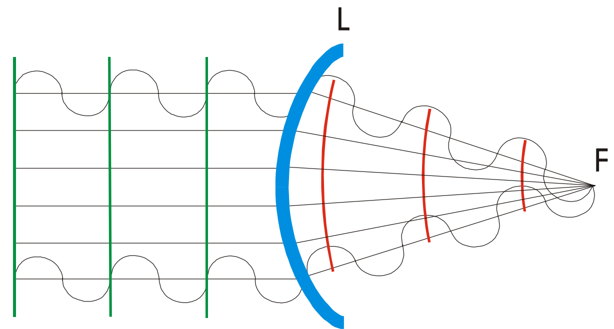


Drei- und vierblättrige Figur (Unregelmäßigkeit und sphärische Komponente addiert)

7.2.2.5 Zernike-Analyse

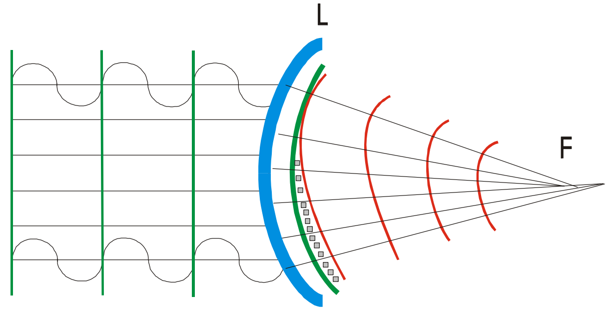
7.2.2.5.1 Allgemeines

Zernike-Polynome werden üblicherweise verwendet, um Wellenfronten zu beschreiben. Die unten stehenden Abbildung zeigt den Durchgang einer parallelen Wellenfront durch eine brechende Fläche L.



Jeder Lichtstrahl besteht aus einer sinusförmigen Schwingung. Die Stellen gleicher Phasenlage aller Sinusschwingungen bilden Wellenfronten, die sich auf Ebenen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichts auf die brechende Fläche zu bewegen. Dort werden die parallel laufenden Wellenfronten deformiert, im Idealfall zu Kugelwellen, die exakt auf den Brennpunkt F zulaufen (sie sind in der Abbildung durch konzentrische Kreissegmente um F symbolisiert).

Dieser Idealfall wird aber kaum je erreicht, da die realen Wellenfronten nach Passieren der brechenden Fläche eine Abweichung von den idealen Kugelwellen aufweisen (Differenzbereich durch kleine Quadrate in Abbildung unten markiert). Je



kleiner diese Abweichung oder Aberration nun ist, um so qualitativ hochwertiger ist das brechende System, sei dies nun ein Fernrohr, ein Mikroskop, die Cornea oder generell die brechenden Medien des menschlichen Auges.

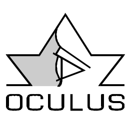
Dem holländischen Physiker Frits Zernike (1888-1966) gelang es, die Abweichung der realen von der idealen Wellenfront durch eine Summe von Polynomen mathematisch darzustellen. Jedes Polynom trägt dabei gleichzeitig den Namen des Abbildungsfehlers, den es wiedergibt (z.B. Astigmatismus, Koma oder sphärische Aberration). Zernike-Polynome werden auch Kreispolynome genannt, da sie sich auf einen normierten Einheitskreis beziehen und mit Hilfe von Polarkoordinaten dargestellt werden.

Mathematisch sind die einzelnen Zernike-Polynome einer Kreisfläche charakterisiert durch Polarkoordinaten mit einer Potenzreihe in radiärer Richtung ρ und einer fourierähnlichen Reihe in Richtung des Winkels θ. In der allgemeinen Form $Z\ n,\pm m$ gibt n die Ordnungszahl des Polynoms in radiärer Richtung an, und m entspricht der Frequenz des Winkels θ pro Kreisumgang. Polynome mit geradzahligem n und m=0 sind stets rotationssymmetrisch, alle übrigen winkelabhängig.

Die ersten Zernike-Polynome tragen folgende Bezeichnungen:

Z 0,0	Höhenkonstante, mittlere Höhe der Fläche
Z 1,±1	Verkippung (+1 in x-Richtung, -1 in y-Richtung)
Z 2,0	Focus, respektive Oberfläche in Form eines Kegelschnitts
Z 2,±2	Astigmatismus
Z 3,±1	Koma
Z 3,±3	Dreiwelligkeit (Dreiblattfehler, Trefoil)
Z 4,0	Sphärische Aberration
Z 4, ±2	Astigmatismus höherer (4.) Ordnung
Z 4, ±4	Vierwelligkeit (Vierblattfehler)
Z 5, ±1	Koma höherer (5.) Ordnung
Z 5, ±3	Dreiwelligkeit höherer (5.) Ordnung
Z 5, ±5	Fünfwelligkeit (Fünfblattfehler)
Z 6,0	Sphärische Aberration höherer (6.) Ord.
Z 6, ±2	Astigmatismus höherer (6.) Ordnung
Z 6, ±4	Vierwelligkeit höherer (6.) Ordnung
Z 6, ±6	Sechswelligkeit (Sechsblattfehler)

Die Formeln der einzelnen Zernike-Polynome sind in C:\TOPO\ZENRNIKE.TXT gespeichert.



Winkel-
frequenz
m

Übersicht der wichtigsten Zernike-Polynome

Z 4, ±4 Vierwelligkeit

Z 3,±3 Dreiwelligkeit

Z 2,±2 Astigmatismus

Z 4, ±2 Astigmatismus 4. Ordnung

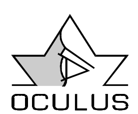
Z 1,±1 Verkippung

Z 3,±1 Koma

Z 2,0 Focus

Z 4,0 sphärische Aberration

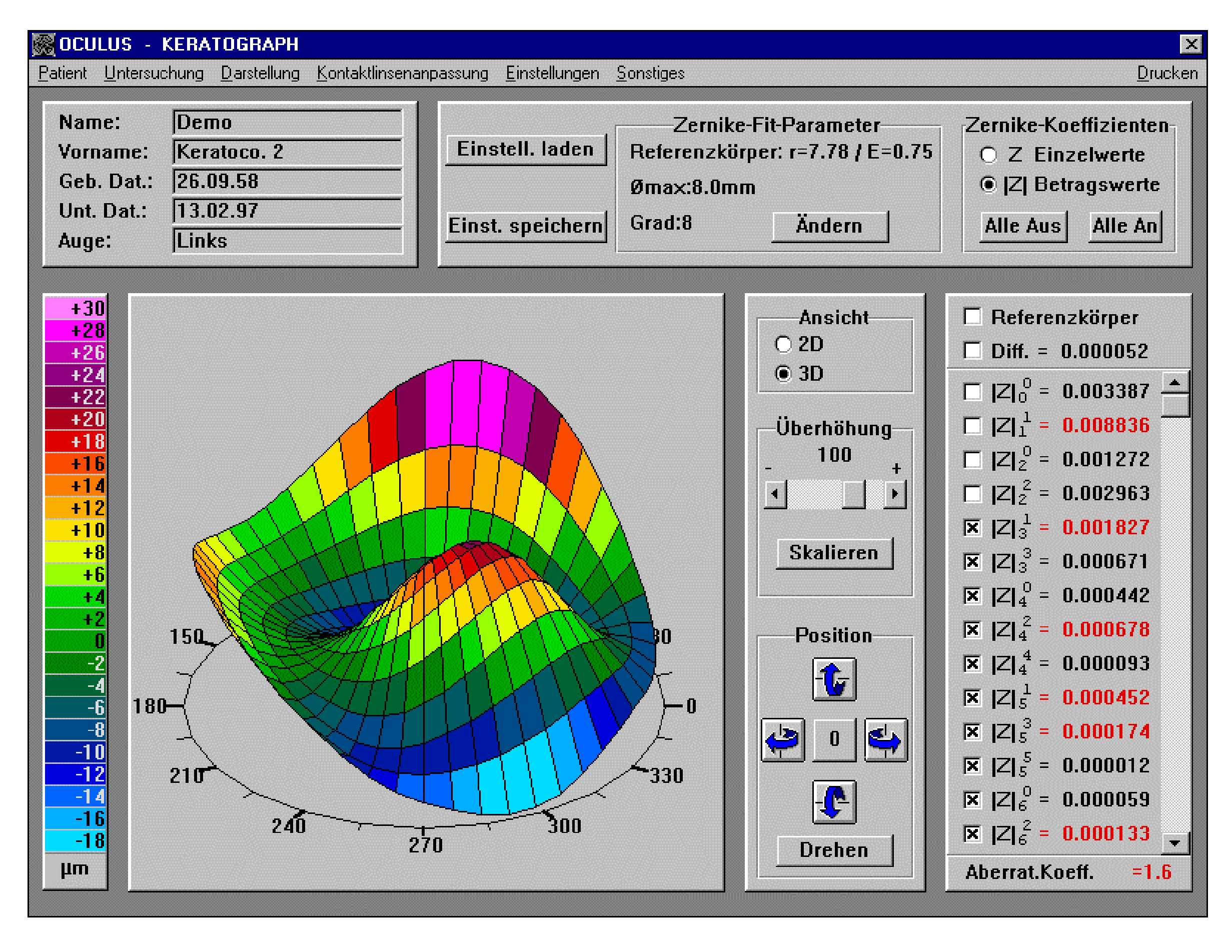
Ordnungszahl n



7.2.2.5.2 Zernike-Analyse beim Keratographen

Beim Keratographen wird eine Zernike-Analyse der gemessenen Höhendaten durchgeführt. Für jedes Zernike-Polynom wird ein Koeffizient berechnet, welcher den Anteil dieses Polynoms an den Höhendaten beschreibt.

Zum Starten der Zernike-Analyse, muß in der Menüzeile unter „Darstellung“ der Punkt „Zernike-Analyse“ gewählt werden.
Nach der Berechnung der einzelnen Zernike-Koeffizienten erscheint dann folgende Darstellung:

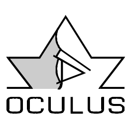


Links erscheint eine dreidimensionale Darstellung aller eingeschalteter Zernike-Polynome. Diese Darstellung wird zunächst automatisch skaliert. Sie kann mit den Schaltern im Feld **„Position“** manuell gedreht werden. Wird der Schalter **„Drehen“** betätigt, dann dreht sich die 3D-Darstellung automatisch so lange, bis eine andere Funktion aufgerufen wird.
Der Farbbalken ganz links stellt dar, welche Farbe welchem Höhenwert entspricht.

Die Zernike-Koeffizienten werden rechts aufgelistet. Sind mehr als 14 Koeffizienten vorhanden, kann die Liste mit einem Windows-Schieberegler nach oben bzw. nach unten verschoben werden.

Die einzelnen Polynome können an- bzw. ausgeschaltet werden, indem auf die entsprechenden Quadrate mit Hilfe des Mauszeigers geklickt wird.

Dieses An- bzw. Ausschalten eines Zernike-Polynoms führt sofort zur Aktualisierung der 3D-Darstellung. Diese wird jedoch nicht automatisch skaliert, um die Größenverhältinisse beizubehalten. Dadurch kann die Auswirkung des Polynoms im Bild besser beurteilt werden. Falls erforderlich, kann das Bild jederzeit durch Betätigung der Schaltfläche **„Skalieren“** optimal skaliert werden. Außerdem ist es möglich, den Überhöhungsfaktor der Darstellung manuell mittels des Schiebereglers **„Überhöhung“** zu bestimmen.



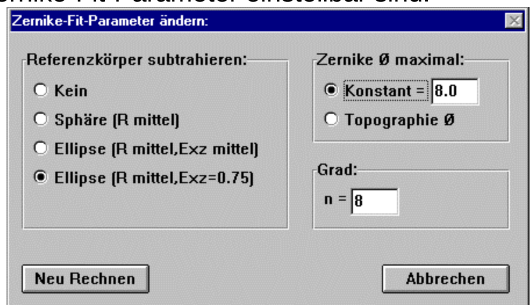
Oben rechts befindet sich das Feld: **„Zernike-Koeffizienten“**. Hier kann gewählt werden, ob die Zernike-Koeffizienten als **„Z Einzelwerte“** oder als **„|Z| Betragswerte“** dargestellt werden sollen. Normalerweise besteht eine Zernike-Komponente aus zwei Polynomen (z.B. Astigmatismus: Z 2,2 und Z 2,-2). Beide Terme unterscheiden sich lediglich durch die trigonometrische Komponente (Z 2,2 hat einen Cosinusanteil, Z 2,-2 einen Sinusanteil):
z2,2(r,phi) =Z2,2*SQR(6) * (1*r^2) * COS(2*phi)
z2,-2(r,phi)=Z2,-2* SQR(6) * (1*r^2) * SIN(2*phi)
Beim Astigmatismus sind diese Terme 45° phasenverschoben zueinander. Dies ist in der Einzelwerte-Darstellung erkennbar. Der Winkel des kombinierten Polynoms ergibt sich jedoch erst aus dem Verhältnis der Koeffizienten von Z 2,2 und Z 2,-2. Es ist daher anschaulicher, diese beiden Polynome zusammenzufassen und statt einer Sinus- und Cosinuskomponente einen Betrag und einen Winkel zu ermitteln. Der Betrag kennzeichnet den Anteil der Komponente, der Winkel wird in der 3D-Darstellung erkennbar.

Die Schalter oben rechts „Alle Aus“ und „Alle An“ ermöglichen, alle Zernike-Polynome ein- bzw. auszuschalten. Soll nur ein einzelnes Polynom angezeigt werden, dann ist es sinnvoll, zunächst **„Alle Aus“** zu betätigen und anschließend dieses Polynom wieder einzuschalten. Sollen nur einzelne Polynome aus der Darstellung herausgenommen werden, dann ist es sinnvoll zunächst **„Alle An“** zu betätigen und dann die gewünschten Polynome auszuschalten.

7.2.2.5.3 Zernike-Fit-Parameter



Für die Zernike-Berechnung („Zernike-Fit“) können verschiedene Parameter gewählt werden. Zum einen kann die maximale **Gradzahl (n)** bestimmt werden. Daraus resultiert dann die Anzahl der verwendeten Zernike-Polynome und somit auch die Rechendauer. Weiterhin kann gewählt werden, bis zu welchem Durchmesser die gemessenen Hornhautdaten in die Zernike-Analyse eingehen sollen **(Æmax)**. Außerdem ist es möglich, die Höhendaten direkt in Zernike-Koeffizienten umzuwandeln oder die Differenz der Höhendaten zu einem Referenzkörper. Dieser **Referenzkörper** kann dann entweder eine Kugel, ein Ellipsoid mit mittlerer Exzentriziät der Messung oder ein Ellipsoid mit einer Exzentrizität von 0,75 sein. Der Referenzkörper ist immer rotationssymmetrisch, und seine Form beeinflußt auch immer nur die rotationssymmetrischen Polynome (Z 0,0 / Z 2,0 / Z 4,0 ...). Als Zentralradius für den Referenzkörper wird stets der mittlere Zentralradius der Messung verwendet. Ohne Referenzkörpers enthält die Komponente Z 2,0 (Rotationsparaboloid) den größten Anteil der Hornhautform, da die Cornea dieser Komponente am meisten ähnelt.
Die <u>theoretisch</u> optimale optisch brechende Cornea stellt aufgrund des cornealen Brechungsindex ein Rotationsellipsoid mit einer numerischen Exzentrizität von 0,75 dar. Daher ist es sinnvoll, einen Referenzkörper mit dieser Form zu wählen. Die rotationssymmetrischen Polynome können dann als Abweichung zur optimalen Form interpretiert werden.
Die aktuell eingestellten Zernike-Parameter (Referenzkörper, Maximalgrad, Maximaldurchmesser) werden im Feld **„Zernike-Fit-Parameter“** oben angezeigt. Durch Betätigen des Schalters **„Ändern“**, wird ein Menü geöffnet, worin die Zernike-Fit-Parameter einstellbar sind.



Durch Betätigen von **„Neu Rechnen“** werden die Zernike-Fit-Parameter übernommen und eine Neuberechnung durchgeführt.
Die aktuellen Einstellungen (dies sind die Zernike-Fit-Parameter, sowie die Auswahl, welche Polynome ein- bzw. ausgeschaltet sind) können durch Betätigen der Schaltfläche **„Einstell. speichern“** gespeichert werden. Diese gespeicherten Einstellungen werden dann beim nächsten Aufruf des Menüs „Zernike-Analyse“ automatisch geladen. Manuell geladen werden können diese gespeicherten Einstellungen durch Betätigen der Schaltfläche **„Einstell. laden“.**

☐ Referenzkörper
☐ Diff. = 0.000052

Im Feld rechts sind über den Zernike-Koeffizienten noch zwei weitere „Schalter“ enthalten: „Referenzkörper“ und „Diff.“. Mit Hilfe des Schalters „**Referenzkörper**“ können die Höhendaten des eventuell verwendeten Referenzkörpers zu den Polynomdaten hinzugefügt werden. Damit ist dann auch bei Verwendung eines Referenzkörpers eine realistische Darstellung möglich.

Der Schalter **„Diff.“** fügt den Höhendaten die Abweichung von den Ausgangsdaten hinzu. Bei der mathematischen Berechnung der Zernike-Koeffizienten werden die zu verwendeten Polynomterme so gut wie möglich an die gemessenen Höhendaten angepaßt. Je mehr Polynome verwendet werden, um so besser können die Polynome den Höhendaten folgen. Eine Abweichung zu den Ausgangsdaten ist jedoch immer vorhanden. Das Hinzuschalten dieser Abweichungen zu den Zernike-Polynomen macht die Größe der Abweichungen gegenüber den Polynomen sichtbar.
Die mathematische Standardabweichung der Original-Höhendaten zu den Zernike-Polynomen wird ebenfalls berechnet und als Zahlenwert in der Zeile „Diff.“ angezeigt.

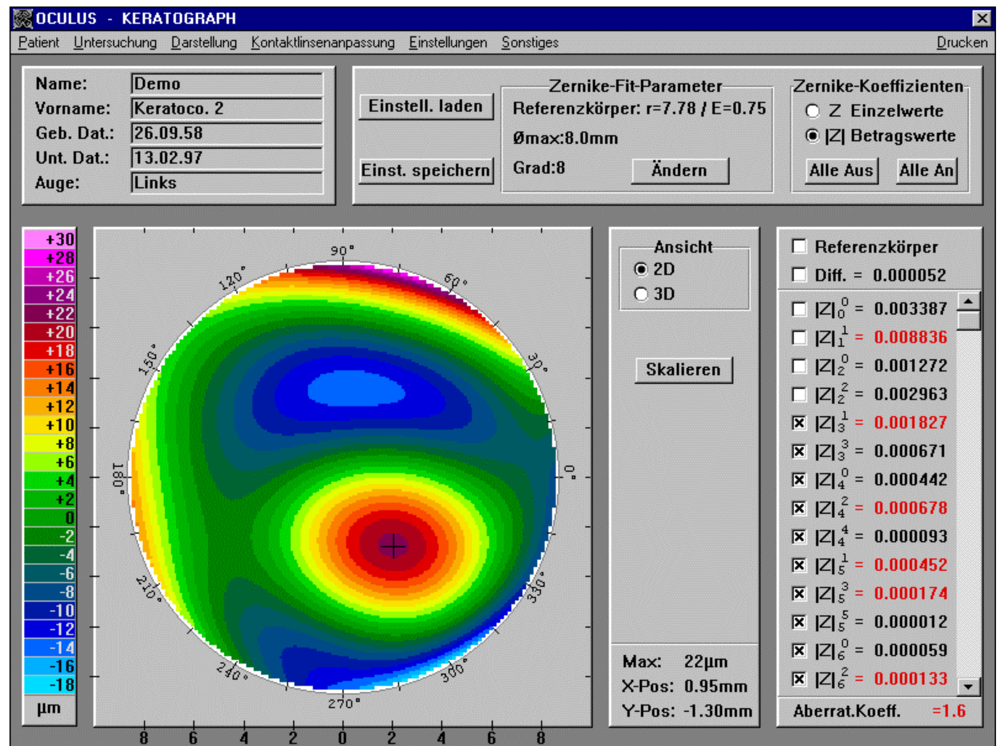
7.2.2.5.4 Zernike: Normalwerte und Aberrationskoeffizient

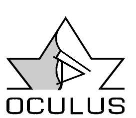
Der Keratograph hat für die Betragswerte der Zernike-Koeffizienten Normalwerte gespeichert. Abnorme Koeffizienten werden daher in der Betragswerte-Darstellung rot angezeigt. Außerdem berechnet der Keratograph aus den Zernike-Koeffizienten noch einen **Aberrationskoeffizient**. Falls kein abnormer Zernike-Koeffizient vorhanden ist, wird der Aberrationskoeffizient = 0.0 sein. Werte über 1.0 weisen darauf hin, daß sich auf der Hornhautoberfläche Schwingungskomponenten befinden, die untypisch sind und welche möglicherweise die Ursache für eine herabgesetzte optische Qualität sein können.
Die Berechnung des Aberrationskoeffizienten, sowie die rote Kennzeichnung von abnormen Werten ist nur verfügbar, wenn folgende Zernike-Fit-Parameter verwendet werden:

- Refernzkörper: Ellipsoid Exz=0.75
- Grad: n=8
- ∅max: Konstant 8mm

Mit diesen Zernike-Fit-Parametern sind die Normalwerte erfaßt worden.

7.2.2.5.5 Zernike-2D-Darstellung

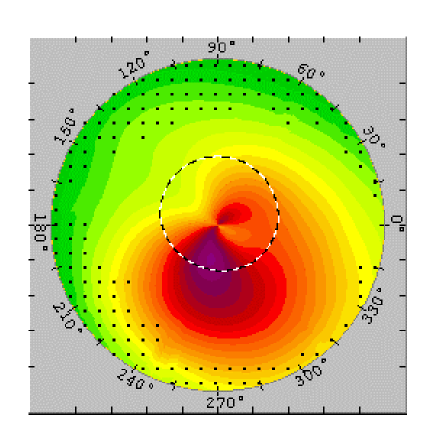




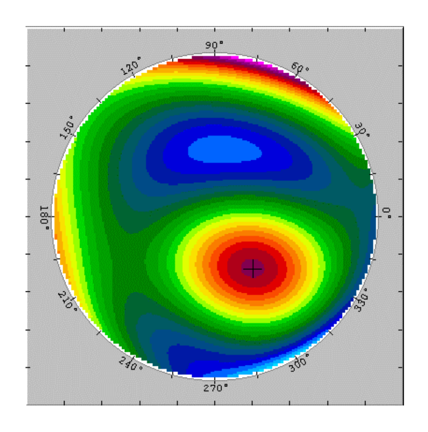
Im Fenster **„Ansicht“** (ca. in der Mitte des Bildschirms) ist es möglich, die Höhendarstellung von **3D** auf **2D** umzuschalten. Die 3D-Darstellung präsentiert die Höhendaten sehr anschaulich, jedoch können die exakten Höhenwerte an bestimmten Hornhautpositionen nicht so gut ermittelt werden. In der 2D-Darstellung ist es daher möglich, mit Hilfe des Mauszeigers und durch Betätigen der linken Maustaste Höhenwerte an beliebigen Stellen zu ermitteln.
Zusätzlich wird der am höchsten gelegene Gipfelpunkt (Apex) ermittelt und im Bild durch ein schwarzes Kreuz dargestellt. Die Höhe dieses Punktes (**Max:**) wird zusammen mit seiner Position angezeigt (**X-Pos:** und **Y-Pos:**). Die Höhe stellt ein Maß für die Ausprägung des Keratokonus dar. Je weiter der Keratokonus fortschreitet, desto größer wird üblicherweise diese Höhe. Am sinnvollsten ist es, wenn zur Berechnung der Konushöhe der Referenzkörper mit der Exzentrizität 0,75 und alle Zernike-Polynome, mit Ausnahme der niedrigeren Ordnungen (Z 0,0 / Z 1,1 / Z 2,0 / Z 2,2) standardmäßig eingeschaltet werden. Damit die von der Norm abweichenden einzelnen Zernike-Polynome rechts im Menüfenster rot markiert erscheinen, muß die Einstellung „|Z| Betragswerte“ verwendet werden

Ein Keratokonus wird hierdurch häufig bereits bei geringer Ausprägung erkennbar. Außerdem ermöglicht diese Funktion, die Apexlage des Keratokonus besser zu erkennen. In den unteren drei Bildern ist zu erkennen, daß die normale Sagittalradiendarstellung über die tatsächliche Apexlage täuschen kann. In der Zernike-2D-Darstellung, sowie im simulierten Fluobild ist die Apexlage besser zu erkennen, da hier Höhenwerte verwendet werden.

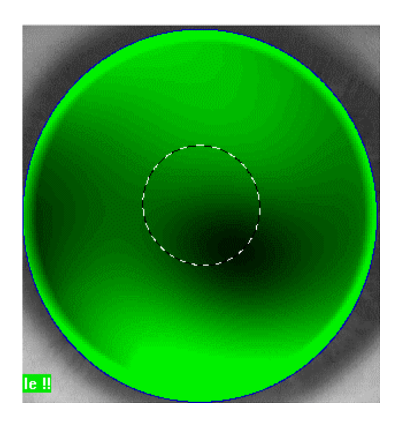
Die X/Y-Position eines Keratokonusapex verlagert sich üblicherweise mit zunehmendem Erkrankungsstadium in Richtung temporal / unten.



Normale Sagittalradien-Darstellung



Zernike-2D-Darstellung



Simuliertes Fluobild

7.2.2.6 Indizes

In diesem Menü werden mit Hilfe der gemessenen Oberflächendaten verschiedene Indizes berechnet. Hornhautindizes komprimieren die Fülle der Meßdaten des Keratographen auf einige wenige Kenngrößen, die eine Aussage über die Oberflächenform der Cornea gestatten.
Weiterhin wird eine Klassifizierung der Hornhaut vorgenommen (z.B.: Keratokonus 2.Grades).

Der Keratograph verwendet zur Indexberechnung: Krümmungsdaten, Höhendaten, Daten aus der Fourier-Analyse, sowie Daten aus der Zernike-Analyse. Diese umfassende Verwendung aller relevanten Hornhautdaten ermöglicht, verschiedenste Abnormitäten bereits bei geringer Ausprägung zu erkennen.

OCULUS - KERATOGRAPH

Patient Untersuchung Darstellung Kontaktlinsenanpassung Einstellungen Sonstiges Drucken

Name: Demo, Keratoco. 2 Unt. Dat.: 13.02.97 Pat-ID:
Geb. Dat.: 26.09.58 Auge: Links Unt. Zeit: 09:43 Infotext:

Vertikale Dezentration

Indizes	
ISV:	61
IVA:	0.65
KI:	1.18
CKI:	1.04
Rmin:	6.73
IHA:	50.8
IHD:	0.051
ABR:	1.8
AA:	68%

Exz. in 30°: 0.86, 0.69, 0.86, 1.14; Horizon.: 0.78; Vertikal: 1.00

Krümmungsdarstellung

Topographische Klassierung: KK 2

Indizesverlauf

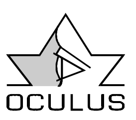
Links (Aktuell) 13.02.97	Datum:	Rechts 13.02.97
61	ISV:	55
0.65	IVA:	0.58
1.18	KI:	1.16
1.04	CKI:	1.04
6.73	RMin:	6.79
50.8	IHA:	27.4
0.051	IHD:	0.044
1.8	ABR:	
2	KKS:	1-2
68%	AA:	66%

Im Indizesmenü wird oben die übliche Patienteninformationszeile angezeigt, diese ist hier jedoch ergänzt um Pat-ID und Infotext:

Pat-ID: zeigt die ID-Nummer des Patienten, welche in der Patientendatenverwaltungssoftware eingegeben wurde.

Infotext: zeigt den in der Übersichtsdarstellung im Kommentarfeld eingegebenen Infotext an. (Kommentarfeld siehe 7.2.2.1, Seite 22)

Die einzelnen **Indizes** werden im oberen Bildschirmbereich in der Mitte dargestellt. Sie tragen folgende Bezeichnungen:



ISV = **Index of Surface Variance**. Maß für die Abweichung der einzelnen Cornearadien vom Mittelwert. Erhöht bei allen Unregelmässigkeiten der Hornhautoberfläche (Narben, Astigmatismus, Deformationen durch Kontaktlinsen, Keratokonus etc.).

IVA = **Index of Vertikal Asymmetry**. Maß für die Symmetrie der Cornearadien bezüglich des horizontalen Meridians als Spiegelungsachse. Erhöht bei schrägen Astigmatismusachsen, bei Keratokonus oder limbären Extasien.

KI = **Keratoconus-Index**. Ist speziell bei Keratokoni erhöht.

CKI = **Center Keratoconus-Index**. Ist speziell bei zentralen Keratokoni erhöht.

RMin = Entspricht dem kleinsten sagittalen Krümmungsradius im gesamten Meßfeld. Bei Keratokonus erhöht.

IHA = **Index of Height Asymmetry**. Maß für die Symmetrie der Höhenwerte bezüglich des horizontalen Meridians als Spiegelungsachse. Analog zu IVA, aber gelegentlich empfindlicher.

IHD = **Index of Height Decentration**. Wird aus der Fourier-Analyse der Höhenwerte gewonnen und spiegelt deren Dezentration in vertikaler Richtung wieder. Erhöht bei Keratokonus.

ABR = **Aberrationskoeffizient**. Wird aus der Zernike-Analyse berechnet. Falls keine abnormen Hornhautaberrationen vorhanden sind, beträgt der ABR=0,0, anderenfalls wird ABR=1,0 oder größer, je nach Stärke der Aberrationen.

KKS = **Keratokonus-Stadium**. Beruht auf topometrischen Messungen, wurde aber den klinischen Befunden des klassischen Amsler-Schemas angepaßt.

AA = **Analysed Area**. Gibt die Größe der effektiv vermessenen (und nicht interpolierten) Hornhautoberfläche des gesamten Meßareals in Prozent an.

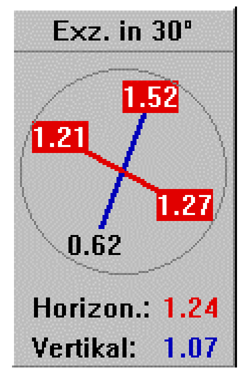
Das Gerät vergleicht die Meßwerte mit den Mittelwerten und Standardabweichungen einer Normalpopulation. Wird die 2,5fache Standardabweichung überschritten, werden die Meßwerte als „abnorm" **gelb** unterlegt. Pathologische Werte, welche die 3fache Standardabweichung überschreiten, werden **rot** markiert.
Wird mit dem Mauszeiger in das Feld „Indizes" geklickt, dann erscheint ein Informationsfenster, in welchem die Bedeutung der Indizesbezeichnungen (ISV, IVA,...) am Bildschirm dargestellt wird.

Grenzwerte der einzelnen Indizes:

Index	abnorm (gelb)	pathologisch (rot)
ISV	⩾37	⩾41
IVA	⩾0,28	⩾0,32
KI	>1,07	>1,07
CKI	⩾1,03	⩾1,03
Rmin	<6,71	<6,71
IHA	⩾19	>21
IHD	⩾0,014	>0,016
ABR	⩾1	⩾1

In der Verlaufsdarstellung „**Indizesverlauf**" (unten) werden für beide Augen alle bisher ermittelten Indizes aufgelistet, sofern die einzelnen Untersuchungen früher bereits einmal berechnet wurden. Die Indizes alter und neuer Untersuchungen beider Augen sind somit auf einen Blick direkt vergleichbar. Sind mehr als fünf Untersuchungen pro Auge vorhanden, so erscheint ein Windows-Schieberegler, mit dem die darzustellenden Untersuchungen angewählt werden können. Die momentan geladene Messung wird mit einem blauen Rahmen markiert.
Hinweis ⇨ Die im Indizesverlauf aufgelisteten Untersuchungen können per Mausdoppelklick direkt geladen werden.

Links			Indizesverlauf	Rechts (Aktuell)	
02.07.98	02.07.98	02.07.98	Datum:	02.07.98	02.07.98
33	33	37	ISV:	116	107
0.35	0.35	0.38	IVA:	1.34	1.26
1.07	1.07	1.07	KI:	1.36	1.37
1.01	1.01	1.01	CKI:	1.04	1.04
7.75	7.75	7.73	RMin:	6.62	6.65
21.1	21.1	10.4	IHA:	92.1	71.4
0.018	0.018	0.017	IHD:	0.073	0.075
1.1	1.1	1.1	ABR:	1.9	2.4
1	1	1	KKS:	3	3
49%	49%	48%	AA:	37%	45%



Im oberen Bereich in der Mitte des Bildschirms befindet sich eine graphische Darstellung der **Hornhautexzentrizität in 30°** jeweils pro Halbmeridian. Die Achsenlage der Zentralradien ist dabei mit berücksichtigt. Die rote Achse stellt den steileren, die blaue den flacheren Meridian dar. Rot unterlegte Zahlen weisen auch hier auf pathologische Werte hin. Die gemittelten Exzentrizitäten in den beiden Hauptschnitten werden unter der graphischen Exzentrizitätsdarstellung angezeigt.

Das große Teilbild der **Krümmungsdarstellung** oben rechts enthält die Darstellung der Sagittal- oder Tangentialradienradien (Änderung der Einstellung siehe 7.2.4 Seite 70).

Ganz in der Mitte findet sich das Resultat der „**Topographischen Klassierung**“. Aus der Kombination der verschiedenen Indizes wird hier ein Stadium in der Entwicklung des **Keratokonus** bestimmt. Neben den Stadien 1-4 findet sich auch die Bezeichnungen “möglich” für fraglich beginnende Keratokonusfälle. Die Klassierung wurde den klassischen Amsler- bzw. Muckenhirn-Stadien so gut wie möglich angepaßt.

Topographische Klassierung:

KK 3

Hinweis ⇨ Dabei ist aber stets zu bedenken, daß es sich bei der Beurteilung durch die Gerätesoftware um eine Topographie-basierte und nicht um eine klinische Einteilung handelt. In diesem Feld erscheinen aber auch Kommentare wie “stark deformierte Cornea”, “Nach Corneachirurgie” oder “Pellucid Marginal Degeneration”, wenn die entsprechenden topographischen Gegebenheiten durch die Software identifiziert wurden.

Beim Anklicken des Felds „Topographische Klassierung“ erscheint eine Tabelle mit der Auflistung der für den Keratographen entwickelten fünf Keratokonus-Stadien mit den entsprechenden klinischen Merkmalen. Es muß auch hier betont werden, daß die alleinige Diagnose eines Keratokonus (vor allem bei beginnenden Fällen) ohne Einbezug aller klinischen Fakten zu Fehlschlüssen führt, da auch Unregelmässigkeiten des Tränenfilms, Irregularitäten der Cornea oder Fixationsprobleme ähnliche Bilder liefern können.

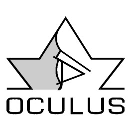
OCULUS - KERATOGRAPH

Stadieneinteilung des Keratokonus unter Einbezug der Videokeratometrie

	Visus mit Brille	Visus mit KL	Hornhautindizes ISV	KI	Exz. in 30°	RMin	Skiaskopie	Cornea
Vorstadium	1.0-1.25	1.0-1.25	<30	1.04-1.07	Alle 4 Werte normal	7.8-6.7	Keine saubere Licht-/Schattenbewegung mehr, angedeutetes Scherenphänomen.	Cornea klar, unauffällig. Im regredienten Licht (Ophthalmoskop!) Horizontale, ovale oder runde Schatten zentral oder leicht dezentriert.
Grad 1	0.8-1.25	1.0	30-55	1.07-1.15	Mind. 1 Wert selten abnorm	7.5-6.5	Scherenphänomen, Fischmauleffekt	Cornea klar. Fleischer-Ring Apexbasis. Im regredienten Licht Konus und -basis klar erkennbar. Keine Apexverdünnung sichtbar (aber mit Messung erfassbar).
Grad 2	0.32-1.0	0.63-1.0	55-90	1.10-1.25	Mind. 1 Wert häufig abnorm	6.9-5.3	Deutliches Scherenphänomen, Skiaskopie schwierig.	Cornea oft noch klar, Apex leicht verdünnt ev. leicht dezentriert. Partieller oder zirkulärer Fleischer-Ring. Gelegentlich bereits Vogt-Striae vorhanden.
Grad 3	0.16-0.63	0.5-1.0	90-150	1.15-1.45	Mind. 1 Wert immer abnorm	6.6-4.8	Ausgeprägtes Scherenphänomen, Skiaskopie kaum mehr möglich.	Apex verdünnt, dezentriert und häufig leicht eingetrübt. Deutlicher und meist zirkulärer Fleischer-Ring. Vogt-Striae gut erkennbar. Ev. Munson-Zeichen.
Grad 4	<0.05-0.2	0.2-0.5	>150	>1.50	Mind. 1 Wert immer abnorm	<5 oder nicht mehr meßbar	Skiaskopie nicht mehr möglich.	Cornea häufig stark vernarbt und in der Umgebung des Apex eingetrübt. Munson-Zeichen. Ev. Status nach akutem Keratokonus.

Kommentar:

- Vorstadium: Die Diagnose des Vorstadiums eines Keratoconus basiert immer auf klinischen Kriterien wie neu aufgetretener oder in Stärke und Achsenlage wechselnder Astigmatismus, schwankende Refraktionswerte, Auffälligkeiten bei der Skiaskopie und Schattenbildungen der Cornea bei Beobachtung im regredienten Licht des Ophthalmoskops. Die Videokeratometrie liefert ergänzende Informationen, darf aber für sich allein nicht zur Diagnosestellung dienen. Irregularitäten des Tränenfilms oder der Cornea bzw. Fixationsprobleme können sehr ähnlich aussehende Bilder verursachen ohne dass ein wirklicher Keratoconus vorliegt.
- Die Klassierung wurde den klassischen Amsler-, bzw. Muckenhirn-Stadien so gut als möglich angepasst. Dabei ist aber stets zu bedenken, dass es sich um eine Topographie-basierte und nicht um eine klinische Einteilung handelt.
- ISV=Index of Surface Variance KI=Keratoconus-Index RMin=Minimalwert der Krümmung der Corneaoberfläche Exz. in 30° umfasst die 4 Messwerte nasal, temporal, superior und inferior
- Wird mit einer subjektiv noch verträglichen Brillenglaskorrektion ein Visus von 0.8 bis 1.0 erreicht, sind Kontaktlinsen medizinisch nicht indiziert.



7.2.2.6.1 Vertikale Dezentration

Das große Teilbild oben links zeigt die **vertikale Dezentration** nach Fourier-Analyse der Höhendaten. Bei der kombinierten Darstellung von sphärischer Komponente mit dem vertikalen Anteil der Dezentration (jeweils aus den Höhendaten generiert), lassen sich die Entwicklung und die verschiedenen Schweregrade eines Keratokonus darstellen.

Bei normalen und astigmatischen Augen sowie bei sehr zentralen Keratokoni finden sich noch vollständig geschlossene Ringe, die sich beim Übergang zum Keratokonus infolge der Dezentration mehr und mehr öffnen und schließlich zentral die Form eines umgekehrten Omega annehmen.

Beipiele:

Normales Auge

Astigmatisches Auge

KK möglich

KK möglich

KK beginnend

KK beginnend

KK Grad 1

KK Grad 1-2

KK Grad 2

KK Grad 2-3

KK Grad 3

KK Grad 3-4

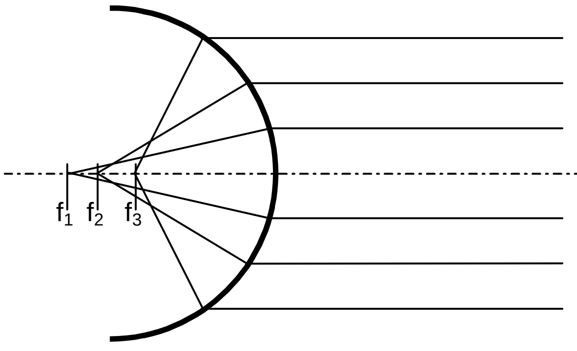
KK Grad 4

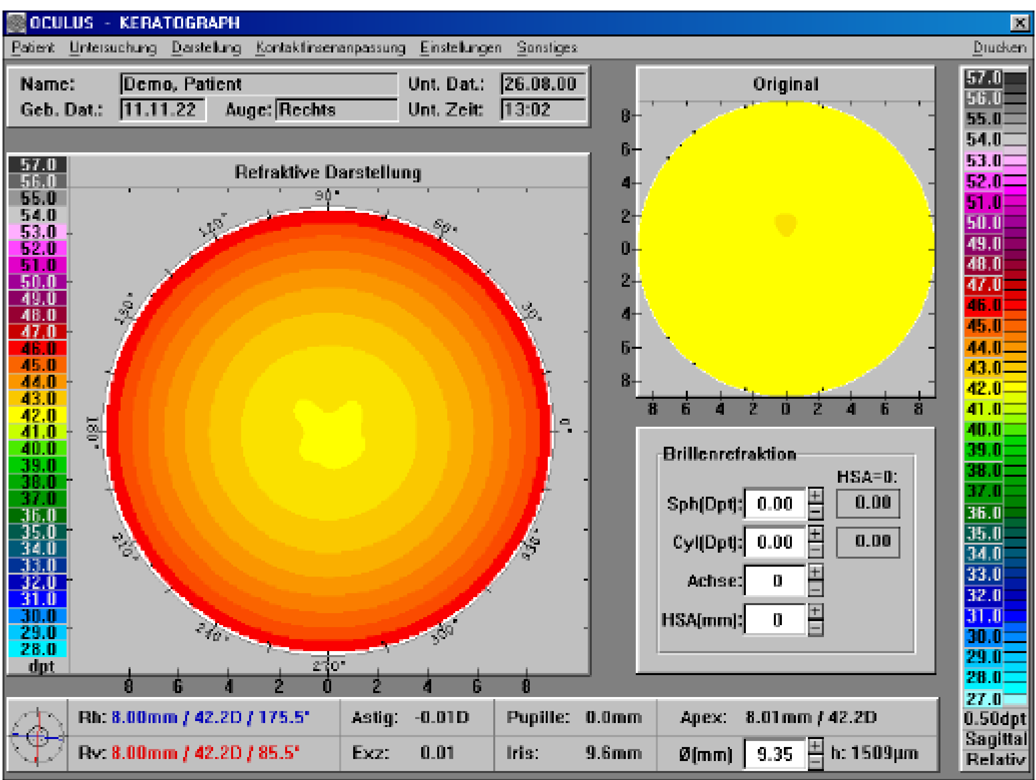
7.2.2.7 Refraktive Darstellung

Die Refraktive Darstellung ermöglicht eine Beurteilung der optischen Wirkung der Hornhautoberfläche. Hierfür werden nicht Krümmungswerte dargestellt, sondern Brennweiten. Die Berechnung dieser Brennweiten erfolgt mittels Brechungsgesetz (Lichtstrahlverfolgung), die sphärische Aberration ist somit berücksichtigt. Die Brennweiten werden immer in Dioptrien dargestellt.
Der Unterschied zur normalen Krümmungsdarstellung wird deutlich, wenn man die Topographiedarstellungen einer Kugel vergleicht:

In der Krümmungsdarstellung ("Original" oben rechts) wird nur eine Farbe erscheinen, denn die Kümmung einer Kugel ist überall gleich.

In der refraktiven Darstellung (unten links) wird der Dioptriewert zur Peripherie hin größer, denn die Brennweite der äußeren Bereiche (f_2, f_3) stimmt nicht mit der des zentralen Bereichs (f_1) überein (sphärische Aberration).





Durch Klicken in eine der Topographiedarstellungen wird gleichzeitig der Krümmungswert und der refraktive Wert dieser Stelle angezeigt.

Im Datenfeld (ganz unten) sind folgende Werte dargestellt:

- **Rh:** Zentraler horizontaler Krümmungsradius (in mm und Dioptrie) sowie dessen Achslage
- **Rv:** Zentraler vertikaler Krümmungsradius (in mm und Dioptrie) sowie dessen Achslage
- **Astig:** Astigmatismus im Zentrum (in Dioptrie)
- **Exz:** Mittlere Exzentrizität der Hornhaut
- **Pupille:** Pupillendurchmesser in mm
- **Iris:** Irisdurchmesser in mm
- **Apex:** Radius in mm und Dpt
- **Ø, h:** Absolute Höhendifferenzmessung

Im Feld „Brillenrefraktion“ (rechts unten) können die Refraktionswerte des Patienten eingegeben und somit auch gespeichert werden:

- **Sph:** Sphäre
- **Cyl:** Zylinder (immer negativ)
- **Achse** des Zylinders
- **HSA:** Hornhautscheitelabstand

Aus den Werten der Brillenrefraktion wird automatisch die Hornhautscheitelrefraktion (HSA=0) berechnet und ebenfalls numerisch dargestellt.

Wenn Brillenrefraktionswerte einer älteren Untersuchung (d.h. Untersuchungsdatum und aktuelles Datum sind verschieden) geändert werden, erscheint zunächst die Frage: „Sollen die gespeicherten Refraktionswerte geändert werden?“, um die gespeicherten Werte nicht versehentlich zu ändern.

Anwendung der refraktiven Darstellung:
Diese Darstellungsform ist besonders geeignet für die Betrachtung von Messungen vor und nach Excimer-Laser Behandlungen, denn folgende Informationen sind hier in einem Fenster dargestellt:

- Normales Topographiebild (Original)
- Refraktives Topographiebild
- Zentralradien in Dioptrie
- Pupillendurchmesser in mm
- Refraktionswerte des Patienten zum Zeitpunkt der Messung

Absolute Höhendifferenzmessung
Die absolute Höhendifferenzmessung ist die Höhendifferenz zwischen dem Apexpunkt und eines Höhenwertes der Hornhaut in einem veränderbaren Durchmesser um den Apex.

Berechnet wird die Höhe auf dem horizontalen Meridian des Astigmatismus mit dem gewichteten Mittelwert:
h= (2x Temp. + 1xNasal)/3

Die Höhe "h" (in µm) wird in einem veränderbaren Durchmesser (mm) um den Apex ermittelt. Dieser Durchmesser kann durch Betätigen der Plus-oder Minus-Taste in seinem Wert verändert werden. Die ermittelten Höhenwerte können für die Anpassung von Ortho-K-Linsen verwendet werden.

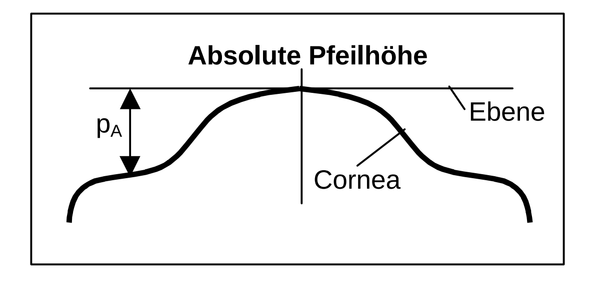
7.2.2.8 Höhendaten

Diese Darstellungsform verwendet das interne dreidimensionale Höhenmodell der Hornhaut, das während der mathematischen Auswertung generiert und als Grundlage für alle weiteren Berechnungen verwendet wird.

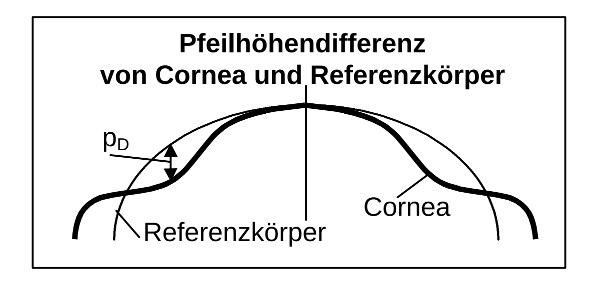
Die Verwendung von Höhendaten bietet folgende Vorteile:

- Höhendaten gestatten eine genauere Aussage über die wahre Oberflächengestalt der Hornhaut. Sie können direkt zur Simulation von Fluobildern und zur Berechnung passender Kontaktlinseninnenflächen verwendet werden. Ein Vergleich mit dem Fluobild einer Kontaktlinse zeigt, daß auch die Lage des Keratokonusapexes in der Höhendarstellung wesentlich besser der Realität entspricht als dies die Sagittal- oder Tangentialradiendarstellung vermuten lassen.
- Höhendaten bergen eine Fülle von Informationen, die erst durch weitere Berechnungen erschlossen werden.
- Höhendaten können unabhängig vom Gerätetyp als austauschbarer Standard definiert werden.
- Höhenwerte sind weniger empfindlich auf Fixationsartefakte. Pseudokeratokoni treten deshalb seltener auf.
- Höhendaten sind der Ausgangspunkt zur Analyse verschiedener Aberrationen der Corneaoberfläche mit Hilfe von Zernike-Polynomen. Sie können zur Quantifizierung eines Keratokonus benutzt werden.
- Aus den Höhendaten läßt sich erkennen, welcher corneale Abtrag bei laserchirurgischen Eingriffen mathematisch nötig wäre, um aus der Originalmessung die gewünschte Referenzfläche zu erhalten.

Höhendaten können absolut oder relativ (d.h. als Höhendifferenz von Messung und Referenzfläche) dargestellt werden:



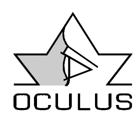
Die absolute Pfeilhöhe P_A (eines Meridianschnittes) beschreibt die Höhendifferenz zwischen einem lokalem Hornhautpunkt und einer Ebene, welche die Hornhaut im Zentrum berührt.



Die Pfeilhöhendifferenz P_D zwischen Cornea und Referenzkörper ist vorzeichenbehaftet:
minus = Messung unter dem Referenzkörper,
plus = Messung über dem Referenzkörper.

Im Menü Höhendaten (Abbildung siehe nächste Seite) zeigt das Teilbild oben rechts die normale Darstellung der Sagittal- bzw. Tangentialradien der Corneaoberfläche.

Unten rechts wird die Topographie eines **rotationssymetrischen Referenzkörpers** dargestellt. Mittels der Felder **„r"** und **„Exz"** über der Topographiedarstellung des Referenzkörpers kann dieser manuell definiert werden. Nach jeder Änderung des Referenzkörpers aktualisiert sich die Höhendatendarstellung automatisch.
Wird z.B. **„Exz"** auf 0 gestellt, dann entspricht der Referenzkörper einer Sphäre.
Wird **„r"** auf 0 gestellt, dann erscheinen absolute Höhendaten.



Mit dem Button „**rm**“ (der standardmäßig voreingestellt ist) werden der mittlere zentrale Krümmungsradius der Hornhaut und deren um 0.1 erhöhte Exzentrizität zur Referenzkörperberechnung verwendet. Diese Parameter sind zur Darstellung normaler oder astigmatischer Corneae ideal und werden auch häufig in manuellen Topometrieprogrammen verwendet. Der Button „**rf**“ verwendet hingegen den flacheren zentralen Kümmungsradius der Hornhaut und deren um 0.1 erhöhte Exzentrizität zur Berechnung des Referenzkörpers. Diese Einstellung ist vor allem für Keratokoni günstig, da deren Apexlage so sofort ersichtlich wird.

Im linken großen Teilbild werden **Höhendaten** als Pfeilhöhendifferenzen zwischen der Messung (Hornhaut) und dem Referenzkörper graphisch dargestellt. Unten links findet sich die Angabe der Zentralradien mit Achsenlage und mittlerer Exzentrizität in 30°. Durch Anklicken des Schalters „**Num**“ werden die numerischen Höhenwerte in einem polaren Koordinatensystem dargestellt.

Bei Kenntnis der Scheiteltiefen von sphäro-asphärischen oder von Quadrantenlinsen kann damit deren Sitzverhalten abgeschätzt werden.

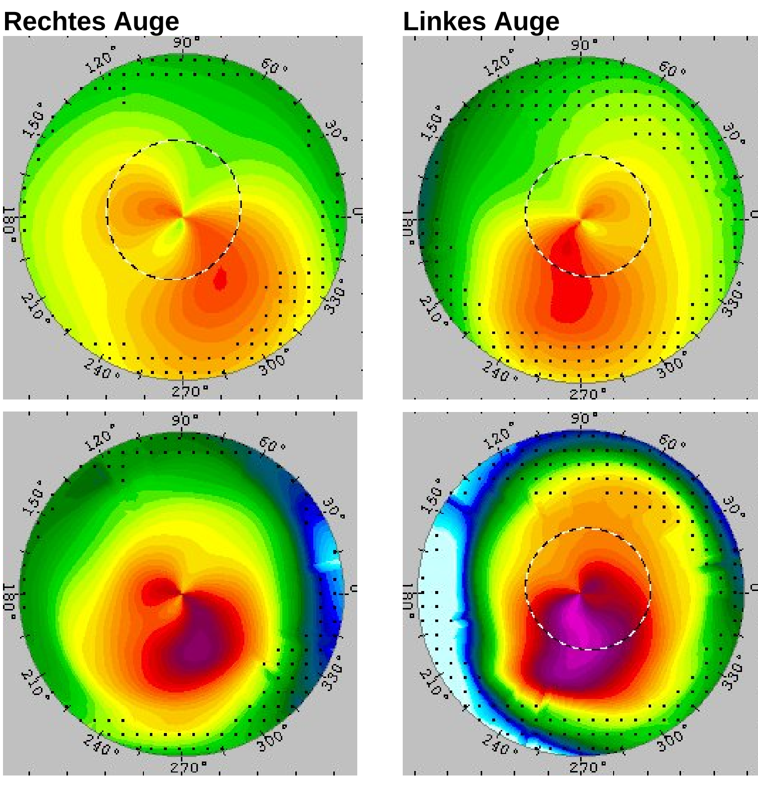
Das Fenster "Höhendaten" wird durch zwei **Farbbalken** begrenzt. Der rechte Farbbalken entspricht dem der Übersichtsdarstellung und beschreibt Krümmungswerte (mm oder Dpt). Der linke Farbbalken ist den Höhendaten zugeordnet und enthält in Gruppen à 10 µm die Abweichungen vom Referenzkörper. Durch Anklicken des Farbbalkens mit der linken Maustaste kann eine andere Auflösung gewählt werden, was gelegentlich die Lesbarkeit verbessert.

Durch Klicken mit der linken Maustaste in eine beliebige Farbgrafik wird der entsprechende Krümmungs- bzw. Höhenwert in allen Grafiken am gleichen Ort dargestellt.

Anwendungsbeispiel der Höhendarstellung

Die übliche Darstellung von Keratokoni mittels Sagittal- oder Tangentialradien kann artifiziell verfälscht sein. So wird nicht selten die Lage des Apex falsch lokalisiert. Klinischer Befund und Fluobild zeigen, daß die Darstellung der Höhenwerte der Realität besser entspricht. Die Konusspitze liegt immer am Ende der schleifenförmigen Ausbuchtung der Höhenlinien. Bedingt durch die Verkippung der Linse auf dem Auge, liegt der Apex im Fluobild noch etwas weiter in Richtung der Schleife verschoben.

Rechtes Auge **Linkes Auge**

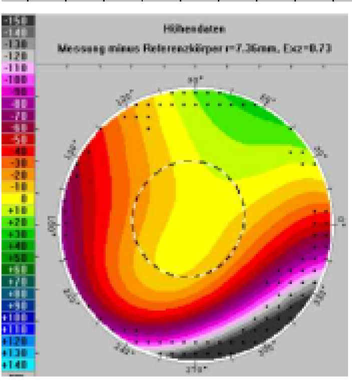


Darstellung mittels **Sagittalradien**

Die Sanduhrform der Bildmitte ist ein dem Verfahren innewohnender Artefakt. Der Apex scheint am rechten Auge nasal unten, am linken Auge unten zu liegen.

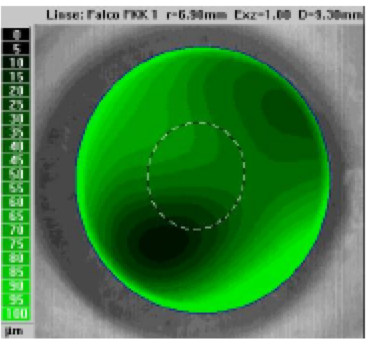
Darstellung mittels **Tangentialradien**

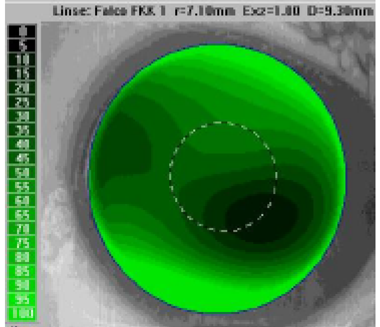
Gleiche Problematik wie bei der Sagittalradiendarstellung, liefert aber häufig anschaulichere Ergebnisse.



Darstellung der **Höhendaten**

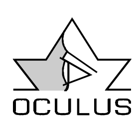
Apexlage beidseits am temporal unteren Pupillenrand. Beides stimmt mit der klinischen Beurteilung (Ophthalmoskopie im regredienten Licht) und dem Fluobild recht gut überein.





Simuliertes **Fluobild**

Zeigt rechts Linsenauflage im Apexbereich temporal unterhalb des Pupillenrandes sowie nasal oben. Links Apexauflage im Bereich des temporal/temporal-unteren Pupillenrandes sowie nasal von 9-10 Uhr.



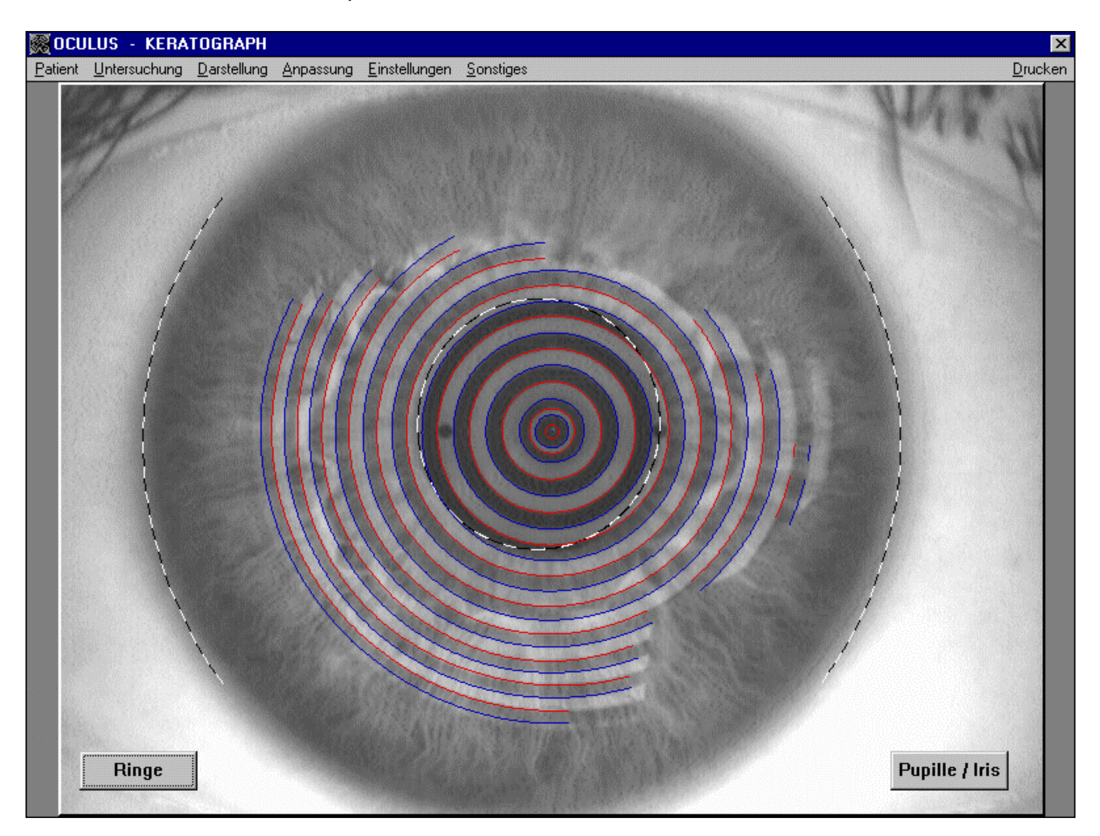
7.2.2.9 Kamerabild

Das Kamerabild der Messung wird in Originalgröße dargestellt. Mit Hilfe der Schaltfläche **[Ringe]** können die von der Bildverarbeitung ermittelten Ringkanten eingezeichnet (und wieder gelöscht) werden. Dies ermöglicht eine genaue Kontrolle der Bildverarbeitung, sowie eine eigene Beurteilung der Reflexion des Placidosystems.

Mit der Schaltfläche **[Pupille / Iris]** können zusätzlich der Irisrand und die Pupille markiert werden, um die Messung des Hornhautdurchmessers prüfen zu können.

Zur Detailvergrößerung kann die Lupenfunktion verwendet werden. Hierfür muß mit der linken Maustaste in das Bild geklickt werden. Die Umgebung des Mauszeigers wird daraufhin vergrößert in der rechten unteren Ecke des Bildschirmes dargestellt.

Um die Lupendarstellung auszuschalten, die rechte Maustaste betätigen.



7.2.2.10 Vergleich refraktiv

Diese Vergleichsdarstellung ist geeignet, um Brechwertveränderungen der Cornea, welche z.B. durch das Tragen von Ortho-K-Linsen (oder auch durch refraktive Chirurgie) verursacht werden, sichtbar zu machen.

Im Bild ① rechts oben wird die aktuelle Messung als refraktive Darstellung angezeigt (siehe 7.2.2.7). Im Bild ② darunter kann eine zweite refraktive Messung geladen werden. Ist diese Messung geladen worden, wird automatisch eine refraktive Differenz ermittelt und in dem großen Schaubild links dargestellt. Dieses Schaubild wird durch die Subtraktion des zweiten Schaubildes von dem ersten errechnet. So kann nun die refraktive Veränderung dargestellt werden.

Unterhalb der refraktiven Differenz befindet sich ein Diagramm, in dem ein Schnitt durch die refraktive Differenz dargestellt wird.

Dieses Diagramm zeigt die jeweilige Gradzahl der Achslage an. **X-Achse:** Durchmesser um den Apex in mm. **Y-Achse:** Dioptrienstärke. Es ist möglich, die Achslage des Schnittes zu ändern.

Beispiel: Bei 173,4° bzw. 354,4° befindet sich im Bild „Differenz Refraktiv" eine kleine blaue Linie. Wenn man mit gedrücktem linken Mauszeiger auf eine dieser Linien klickt, entsteht eine durchgehende blaue Linie. Diese kann beliebig rotiert werden, wobei sich entsprechend die Gradzahlen der Achslagen in der unteren Grafik ändern.

- **NUM**

Durch Anklicken der NUM-Taste wird die Grafik der refraktiven Differenz in verschiedene Zonen aufgeteilt. Die mittlere refraktive Differenz wird aus den gemessenen Punkten innerhalb einer Zone ermittelt und im Zentrum dieser Zonen angezeigt. Hierbei handelt es sich um den arithmetischen Mittelwert der gesamten Zone und nicht um einen einzelnen Meßpunkt.

- **Farbbalken**

Am linken Farbbalken ist die Skalierung der Dioptriestärke nach Farben aufgelistet. Diese Skalierung kann man durch Klicken der linken Maustaste auf dem Farbbalken verändern. Man erhält so die Möglichkeit, die Dioptriesprünge zu vergrößern oder zu verkleinern.

- **Apex**

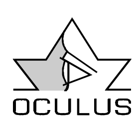
In Bild 1 und Bild 2 ist in der linken unteren Ecke die jeweilige Dioptrienstärke im Apex angegeben.

- **Astigmatismus**

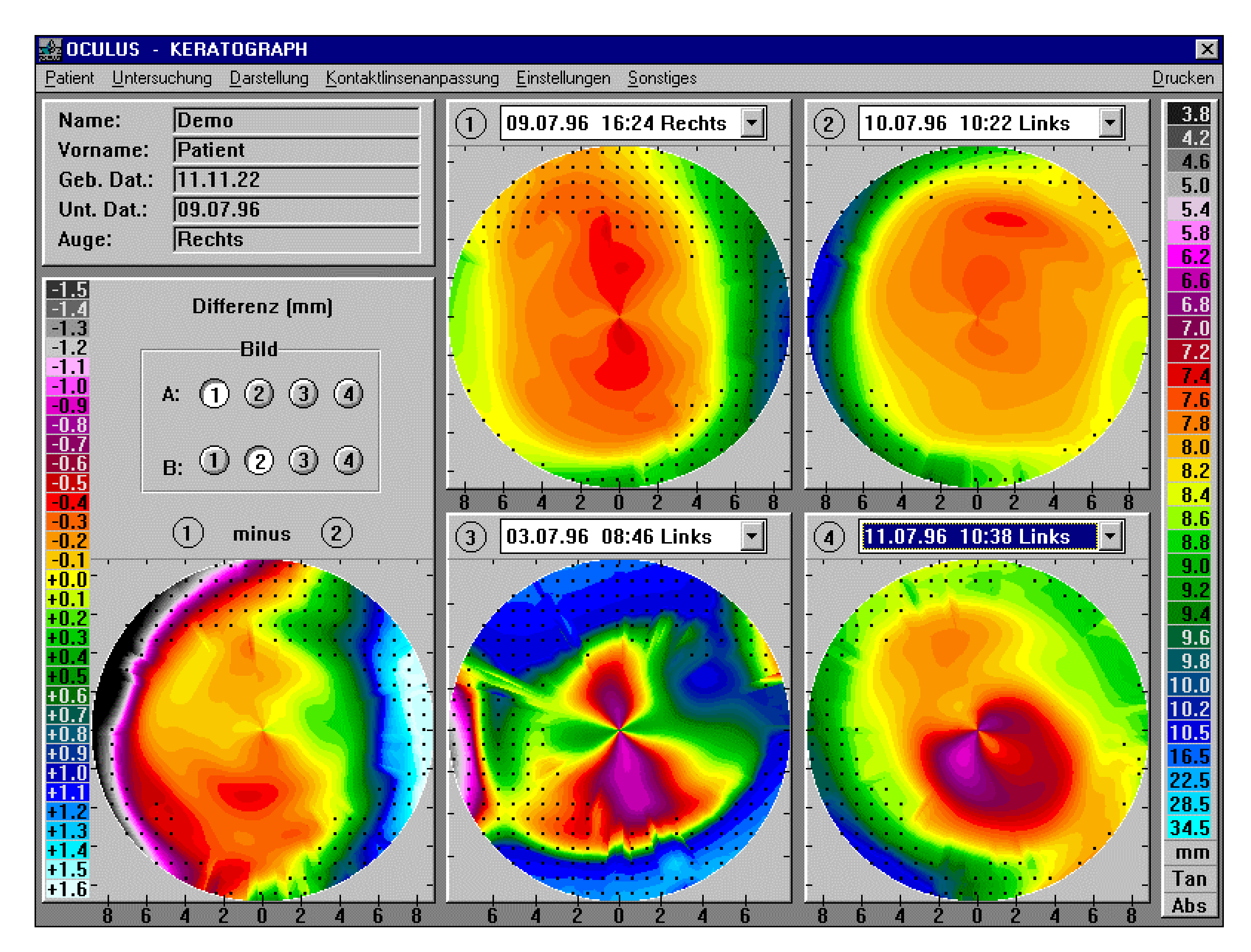
In Bild 1 und Bild 2 ist in der rechten unteren Ecke der jeweilige Astigmatismus in Dioptrien angegeben.

- **Hauptschnitte**

Die Lage der Hauptschnitte wird aus dem kleinen Diagramm in den rechten oberen Ecken ersichtlich. Diese stehen definitionsgemäß immer 90° zueinander.



7.2.2.11 Untersuchungen vergleichen



Diese Darstellungsart ermöglicht es, die verschiedenen Untersuchungen eines Patienten miteinander zu vergleichen und somit eine Beurteilung des Trends durchzuführen, in dem sich die Hornhaut entwickelt. Weiterhin dient sie zur Kontrolle von Behandlungen mit dem Excimer-Laser.

Bis zu vier Untersuchungen eines Patienten können einander gegenübengestellt werden. Die erste Topographiedarstellung entspricht zunächst der momentan geladenen Untersuchung.
Um weitere Topographiedarstellungen zu laden, muß eines der leeren Überschriftsfelder angeklickt werden. Dadurch öffnet sich die Untersuchungsliste, aus der nun die Darstellung einer anderen Untersuchung geladen werden kann. Die Auswahl erfolgt nach Datum, Uhrzeit und rechtem / linkem Auge.

Zur Ermittlung des Unterschieds der verschiedenen Topographien läßt sich eine Differenzdarstellung zweier Bilder berechnen (hier z.B. Bild 1 minus Bild 2). Diese wird im Feld unten links dargestellt. Es müssen dazu mindestens zwei Topographiedarstellungen geladen sein..

In dem Schalterfeld **„Bild“** können Sie auswählen, welche der Untersuchungen voneinander subtrahiert werden sollen.
Das Ergebnis, die Differenz, wird farbig kodiert dargestellt. Die dazugehörigen mm - Werte sind am linken Rand aufgelistet. (Umschalten auf Dioptrie-Werte siehe 7.2.4 Seite 61).

In allen Topographiebildern kann die Krümmungswertabfrage benutzt werden, d.h. wird in einer Topographiedarstellung eine beliebige Stelle angeklickt (linke Maustaste), erscheint der Krümmungswert dieser Stelle über dem Mauszeiger, im Vergleichsbild erscheint der Vergleichswert

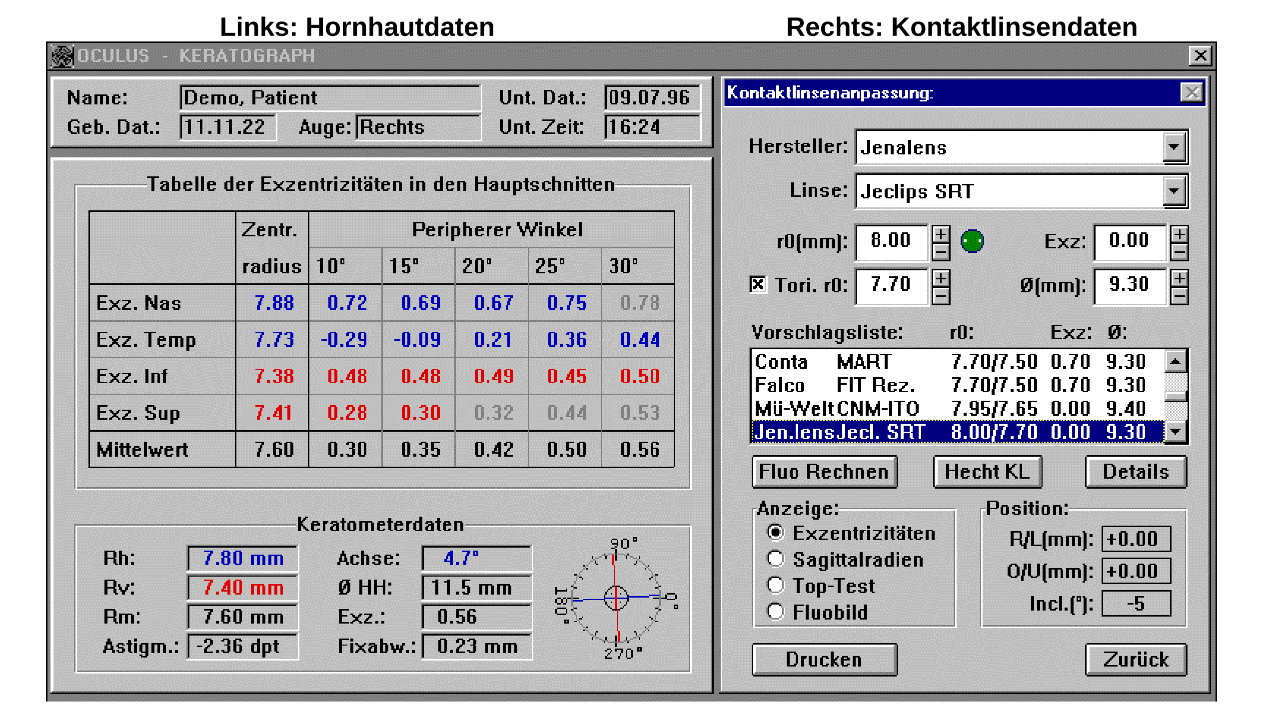
7.2.3 Kontaktlinsenanpassung

Die Messung der Hornhautgeometrie ermöglicht eine weitreichende Unterstützung des Benutzers bei der Kontaktlinsenanpassung.
Ohne den Patienten belasten zu müssen, kann das Einsetzen einer Kontaktlinse und die Prüfung des Kontaktlinsensitzes am Computer simuliert werden.

Um die Kontaktlinsenanpassung zu starten, muß nach dem Untersuchen der Menüpunkt **„Kontaktlinsenanpassung**“ (siehe 7.2 Seite 19) aufgerufen werden.

Der Bildschirm zeigt daraufhin zwei Datenfelder:

Links: Hornhautdaten **Rechts: Kontaktlinsendaten**



Im Datenfeld **Hornhautdaten** ist eine Tabelle der Exzentrizitäten, sowie die üblichen Keratometer-daten dargestellt:

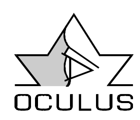
Rh: Horizontaler Krümmungsradius im Zentrum
Rv: Vertikaler Krümmungsradius im Zentrum
Rm: Mittlerer Krümmungsradius im Zentrum
Astigm.: Astigmatismus der Hornhaut- im Zentrum
Achse: Achslage des <u>flachen</u> Meridians
ÆHH: Durchmesser der Iris bzw. Hornhaut
Exz.: Mittlere Exzentrizität der Hornhaut
Fixabw.: Fixierpunktabweichung: Abstand der Pupillenmitte von der Mitte des Topo-graphiesystems.

Das Kreisdiagramm rechts im Feld zeigt die Lage der Hauptschnitte.

Oberhalb der Keratometerdaten ist der Verlauf der Exzentrizität der Hornhaut in den Haupt-schnitten von innen nach außen zahlenmäßig aufgelistet.
Für jeden peripheren Winkel wird ein Mittelwert der Exzentrizität berechnet und dargestellt. In der linken Spalte sind die Zentralradien der einzelnen Meridiane aufgelistet.
Diese Daten geben dem Kontaktlinsenanpasser einen guten Eindruck des Formverlaufs der Hornhaut vom Zentrum zur Peripherie.

Die Exzentrizitätswerte in 30° werden zur Be-rechnung der mittleren Exzentrizität verwendet.

Im Datenfeld **Kontaktlinsendaten** erfolgt die eigentliche Auswahl der anzupassenden Kontaktlinse (siehe nächste Seite).



7.2.3.1 Auswählen einer Kontaktlinsenrückfläche

Aus den Geometriedaten der Hornhaut werden nun von allen verfügbaren Kontaktlinsentypen Anpaßvorschläge ermittelt und in die Vorschlagsliste eingetragen.

In der Liste ganz oben stehen dabei die Kontaktlinsengeometrien, welche der gemessenen Hornhaut am besten entsprechen. Die Vorschlagsliste stellt somit eine Rangliste der Anpaßvorschläge dar. Weichlinsenvorschläge stehen (unabhängig der Anpaßqualität) immer am Ende der Liste. Die Kontaktlinsenparameter des obersten Vorschlags werden zunächst automatisch in die einzelnen Datenfelder übertragen:

- Hersteller
- Linsentyp
- Zentralradius: r0(mm)
- Exzentrizität: Exz
- Torizität (2. Zentralradius): Tori. r0
- Durchmesser: Ø(mm)

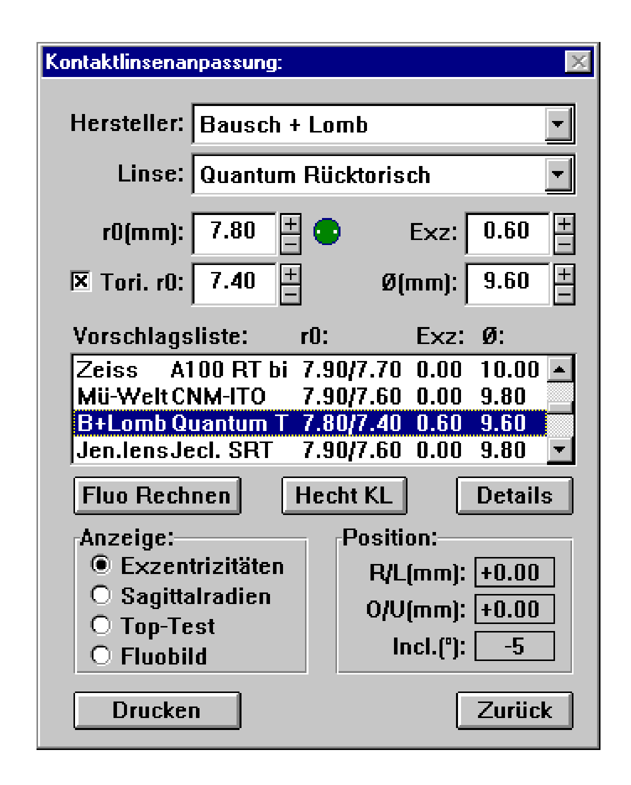
Anschließend können die Parameter entweder einzeln verändert oder ein anderer Kontaktlinsenvorschlag durch Anklicken der Vorschlagszeile in die Datenfelder übertragen werden.

Hinweis ⇨ Das Ändern der Kontaktlinsenparameter ist allerdings nur möglich, wenn der Linsentyp des gewählten Herstellers auch mit diesen Parametern verfügbar ist. Anderenfalls wird eine möglichst ähnliche Linse ausgewählt. Durch Drücken der **[+]** bzw. **[-]** Schalter wird also immer der nächstmögliche Wert eingestellt (z.B.: Durchmesser 9.20 → 9.60).

Nach dem Wechseln eines Linsentyps im Feld „Linse“ bzw. „Hersteller“, erscheint zunächst der beste Anpaßvorschlag dieses Linsentyps.

Um Kontaktlinsen selbst zu definieren, kann das Feld **„Hersteller“** auf **„Unabhängig“** (oberster Eintrag) gestellt werden. Dann sind alle Parameter einzeln unabhängig der Verfügbarkeit einer solchen Linse einstellbar.

Werden torische Linsen verwendet, dann wird die Ausrichtung des flachen Meridians mit Hilfe des Symbols ● markiert. Dieses Symbol erscheint immer neben dem Eingabefeld des flacheren Radius.



Folgende Schaltflächen stehen zur Kontaktlinsenanpassung zur Verfügung:

[Fluo Rechnen] startet die Berechnung der Fluobildsimulation (siehe nächste Seite).
[Hecht KL] startet eine spezielle Kontaktlinsenanpaßsoftware der Firma Hecht (siehe 7.2.3.2.6 Seite 55).
[Details] ermöglicht weitere Kontaktlinsenparameter zu bearbeiten (siehe 7.2.3.2.3 Seite 53).
[Drucken] druckt die aktuelle Darstellung.
[Zurück] beendet die Kontaktlinsenanpassung.

Im Feld **„Anzeige“** kann die Anzeige der Hornhautdaten (oben links) gewählt werden: Exzentrizitäten, Sagittalradien, Top Test oder Fluobild.

Das Feld **„Position“** zeigt die Position (Verschiebung und Verdrehung) der Kontaktlinse auf der Cornea an (Positionsänderung siehe 7.2.3.2.2 Seite 53).

Hinweis ⇨ Bei Weichlinsen erscheint im Feld Exz: „Soft“. Da für Weichlinsen keine Fluobildsimulation durchgeführt werden kann, wird der Schalter **[Fluo Rechnen]** automatisch gesperrt.

7.2.3.2 Fluoreszeinbildsimulation / [Fluo Rechnen]

Durch Betätigen des Schalters **[Fluo Rechnen]** wird eine Fluoreszeinbildsimulation durchgeführt. Hierbei wird folgendes berechnet:

- **Der Abstand der Hauptschnitte zur Kontaktlinse** (unten links).
  Diese Darstellung ermöglicht eine gute Beurteilung der simulierten Anpassung, da aufgrund des Kurvenverlaufs leicht erkennbar ist, ob die Anpassung flach, steil oder parallel erfolgte. Bei flacher Anpassung ist die Kurve nach oben gebogen, bei steiler Anpassung nach unten, bei paralleler Anpassung verläuft die Kurve waagrecht.
- **Die Fluoreszeinbildsimulation der Kontaktlinse auf dem Auge.**
  Hierfür werden für die gesamte Kontaktlinse Abstandswerte zur Hornhaut berechnet und in verschiedenen Helligkeiten grün „fluoreszierend" dargestellt. Die Bedeutung der einzelnen Helligkeiten kann am linken grünen Farbbalken abgelesen werden. Über dem Fluobild steht die Beschreibung der bei der Simulation verwendeten Kontaktlinse.

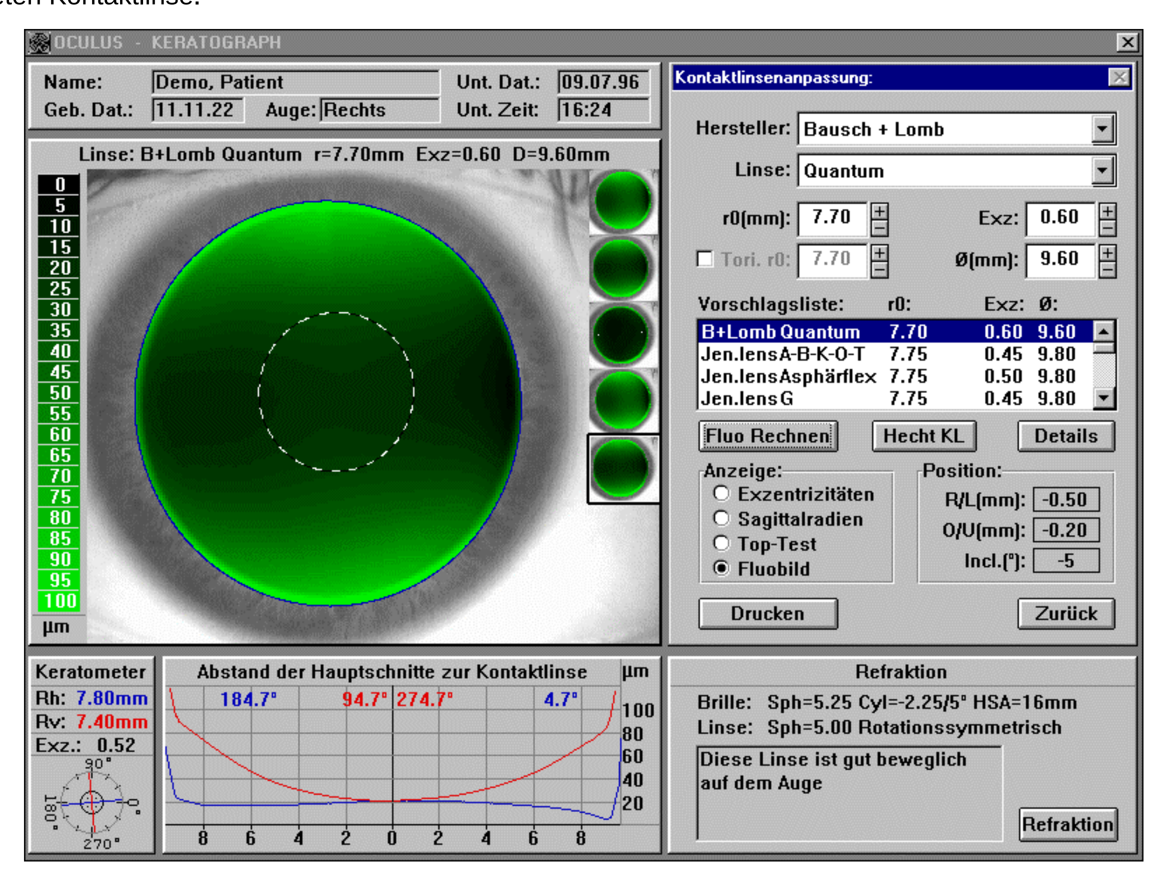
Nach der ersten Fluobildsimulation erscheint rechts unten das Feld „**Refraktion**". Hier können die Refraktionswerte der Kontaktlinse abhängig von der Brillenrefraktion des Patienten und des Linsentyps berechnet werden. Dieses **„Refraktionsmodul"** wird durch Betätigung des Schalters **[Refraktion]** gestartet (Refraktionsmodul siehe 7.2.3.3 Seite 56).

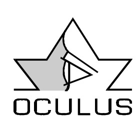
Da das Fluobild die Keratometerdaten überschreibt, sind diese nun unten links dargestellt.

Im Feld **„Anzeige"** kann gewählt werden, was im Fluobildfeld (oben links) angezeigt werden soll:

- die Tabelle der Exzentrizitäten
  (in verschiedenen peripheren Winkeln)
- eine Tabelle der Sagittalradien
  (in verschiedenen peripheren Winkeln)
- der Top-Test (siehe 7.2.3.2.5 Seite 54)
- oder die Fluobildsimulation

Die aktuelle Darstellung kann mit Hilfe des Schalters **[Drucken]** gedruckt werden.





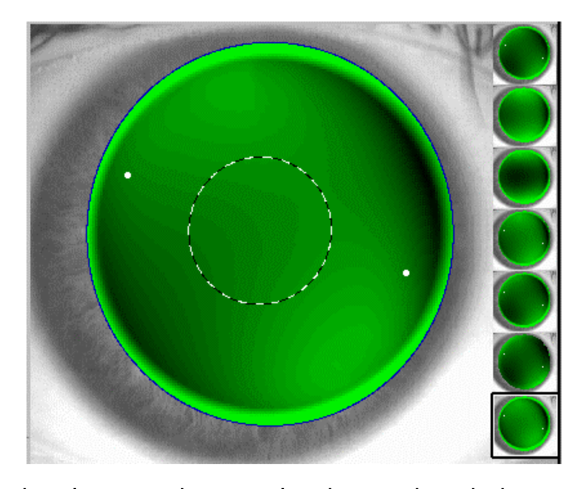
7.2.3.2.1 Die Fluo-Icon Auswahlschalter

Jede neue Fluobildsimulation erzeugt einen Auswahlschalter in Form eines verkleinerten Fluobildes. Diese Fluo-Icon werden am rechten Rand des großen Fluobildes aufgelistet.

Durch Anklicken eines solchen Fluo-Icons mit der linken Maustaste werden das entsprechende Fluobild, sowie die berechneten Diagramme wieder geladen und sämtliche zur Simulationsberechnung verwendeten Kontaktlinsenparameter (Hersteller, Linse, Zentralradius, Exzentrizität,...) eingestellt. Ebenso werden die bis dahin bearbeiteten Refraktionsdaten wieder geladen.

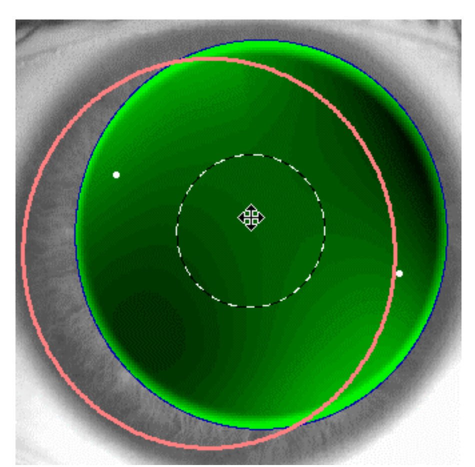
Durch diese Funktion ist ein schnelles Umschalten zwischen verschiedenen Anpaßsimulationen möglich.

Sind bereits sieben Fluo-Icon vorhanden, wird das obere entfernt und die Schalterreihe nach oben verschoben.



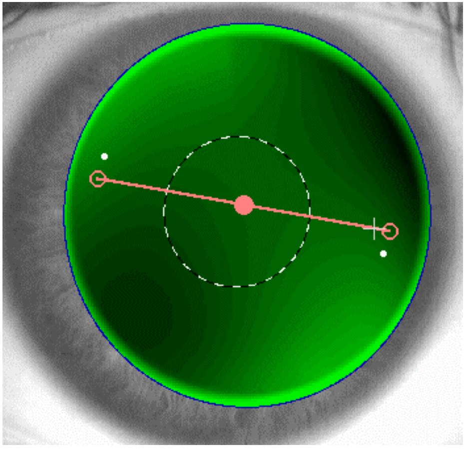
Ein Fluo-Icon kann gelöscht werden, indem es mit der rechten Maustaste angeklickt wird. Nach Beantworten der daraufhin erscheinenden Frage „Fluobild löschen ?“ mit **[Löschen]**, wird dieses Fluo-Icon entfernt, und die Fluo-Icon unterhalb nach oben geschoben.

7.2.3.2.2 Verschieben und Verdrehen der Kontaktlinse



Verschieben

Wird im Fluobild eine beliebige Stelle der Kontaktlinse angeklickt, kann anschließend die Kontaktlinse innerhalb des erlaubten Bereichs verschoben werden, solange die linke Maustaste gedrückt bleibt (rote Randmarkierung). Nach Loslassen der Maustaste erscheint automatisch die Frage: „Kontaktlinse verschieben ?“. Betätigt man nun die Schaltfläche **[Verschieben],** wird die Fluobildsimulation mit der neuen Kontaktlinsenposition berechnet und dargestellt.



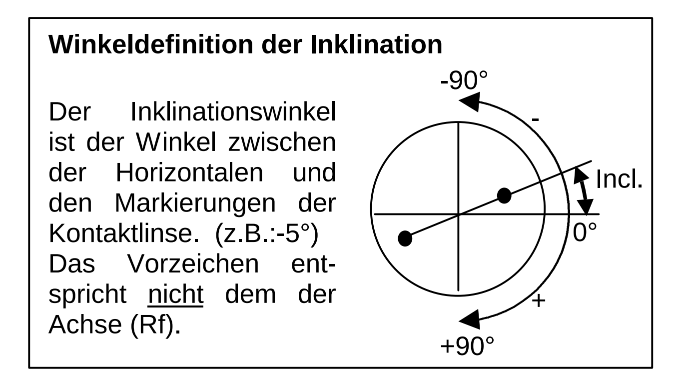
Drehen

Eine torische Kontaktlinse kann mit Hilfe des Mauszeigers verdreht werden, indem in die Nähe der weißen Markierungen geklickt wird. Daraufhin wird die Rotationsachse der Linse rot markiert. Solange die Maustaste gedrückt bleibt, kann die Achslage der Kontaktlinse verdreht werden. Anschließend erscheint die Frage „Kontaktlinse drehen ?“. Durch Betätigen von **[Drehen]** wird dann die Neuberechnung gestartet.

Die Position der Kontaktlinse wird im Feld **„Position“** dargestellt:

R/L: positiv für rechts, negativ für links
O/U: positiv für oben, negativ für unten
Incl.: Inklinationswinkel der Kontaktlinse

Während der Bewegung der Kontaktlinse (Verschieben/Drehen), wird die resultierende Position in diesem Feld ständig aktualisiert.



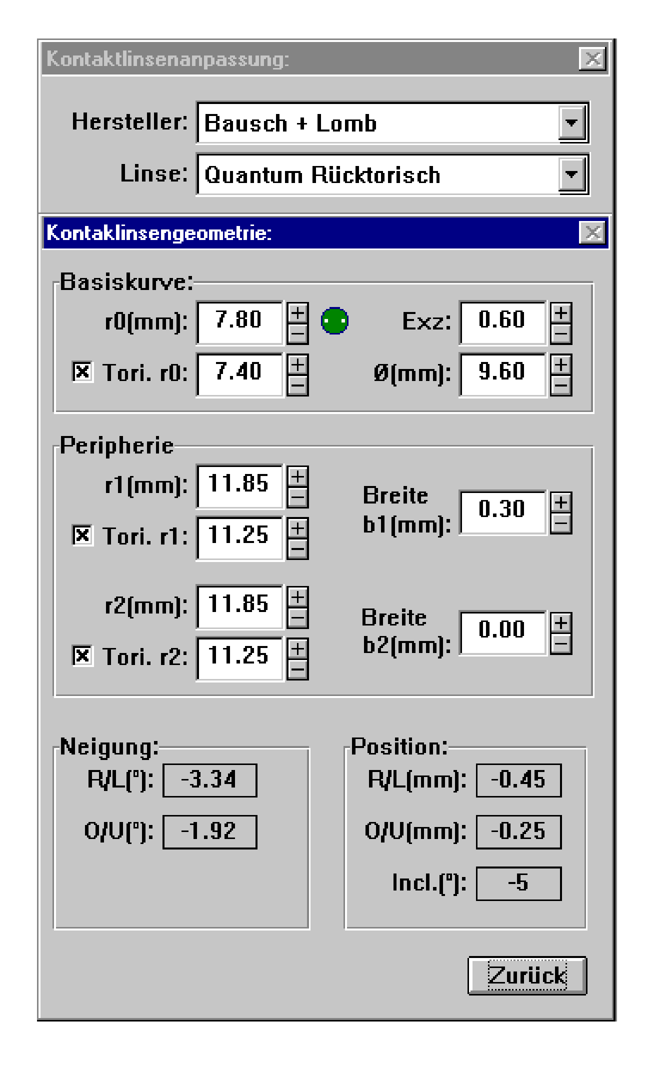
7.2.3.2.3 Einstellen von Kontaktlinsenparametern / [Details]

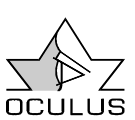
Mit Betätigen des Schalters **[Details]** wird ein Menü geöffnet, in welchem weitere Kontaktlinsenparameter eingestellt werden können. Das Menü wird so positioniert, daß Hersteller und Linsentyp noch erkennbar sind.

Die Kontaktlinsenparameter sind unterteilt in **Basiskurve** und **Peripherie**. Eine Veränderung der Randparameter macht allerdings nur Sinn, wenn vorher das Feld **Hersteller** auf **„Unabhängig“** geschaltet wurde, weil die Randgeometrien der normalen Linsen fest definiert sind.
Zur Bedeutung der Peripherieparameter siehe auch 7.2.5.3.1 Seite 79.

Die berechnete Verkippung der Linse kann im Feld **„Neigung“** abgelesen werden.
Die Verschiebung der Kontaktlinse sowie deren Verdrehung (Inklination) wird im Feld **„Position“** numerisch dargestellt (siehe diese Seite oben).
Die Ausrichtung des flachen Meridians wird markiert mit Hilfe des Symbols:

[Zurück] schließt die Detailfunktion und führt zurück zur Kontaktlinsenanpassung.





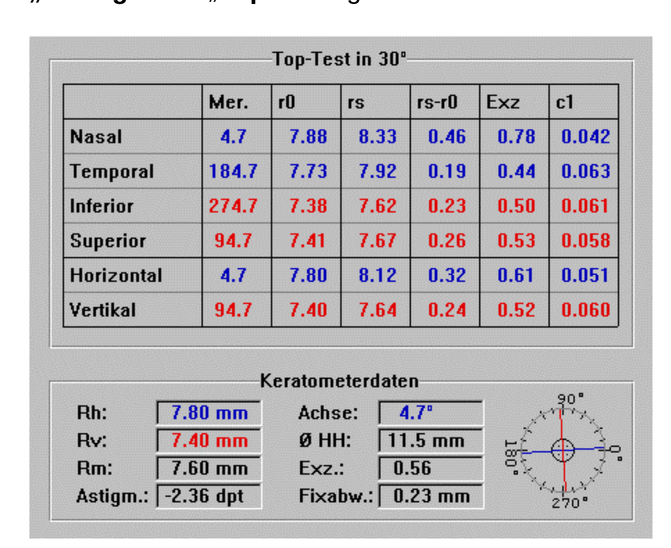
7.2.3.2.4 Ändern der Fluobildskala

Die Fluobildskala kann verändert werden, indem in den grünen Farbbalken am linken Rand des Fluobildes geklickt wird.
Daraufhin erscheint ein Fenster, in welchem der Maximalwert der Skala verändert werden kann. Der normale Wert ist 100 (µm). Wird eine andere Skala gewählt, erscheint neben dem Maximalwert der Skala die Bemerkung **„!!Skala!!“.**

Das Verändern der Skala ist z.B. bei starkem Keratokonus hilfreich, da bei einem größeren Maximalwert (von z.B. 300 µm) Abstandsverläufe auch dann noch zu erkennen sind, wenn die Abstände groß sind (d.h. die Kontaktlinse schlecht sitzt).
Nach dem Ändern der Skala wird automatisch eine neues Fluoreszeinbild berechnet.

7.2.3.2.5 Top-Test

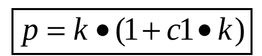
Im Fenster Kontaktlinsenanpassung kann die **„Anzeige“** auf „**Top-Test**“ geschaltet werden:


Top-Test in 30°

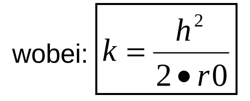
	Mer.	r0	rs	rs-r0	Exz	c1
Nasal	4.7	7.88	8.33	0.46	0.78	0.042
Temporal	184.7	7.73	7.92	0.19	0.44	0.063
Inferior	274.7	7.38	7.62	0.23	0.50	0.061
Superior	94.7	7.41	7.67	0.26	0.53	0.058
Horizontal	4.7	7.80	8.12	0.32	0.61	0.051
Vertikal	94.7	7.40	7.64	0.24	0.52	0.060

Keratometerdaten

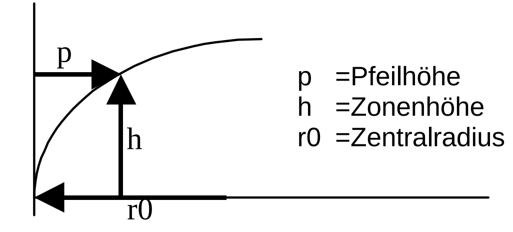
Rh:	7.80 mm	Achse:	4.7°
Rv:	7.40 mm	Ø HH:	11.5 mm
Rm:	7.60 mm	Exz.:	0.56
Astigm.:	-2.36 dpt	Fixabw.:	0.23 mm



$$p = k \bullet (1 + c1 \bullet k)$$



wobei: $$k = \frac{h^2}{2 \bullet r0}$$



p =Pfeilhöhe
h =Zonenhöhe
r0 =Zentralradius

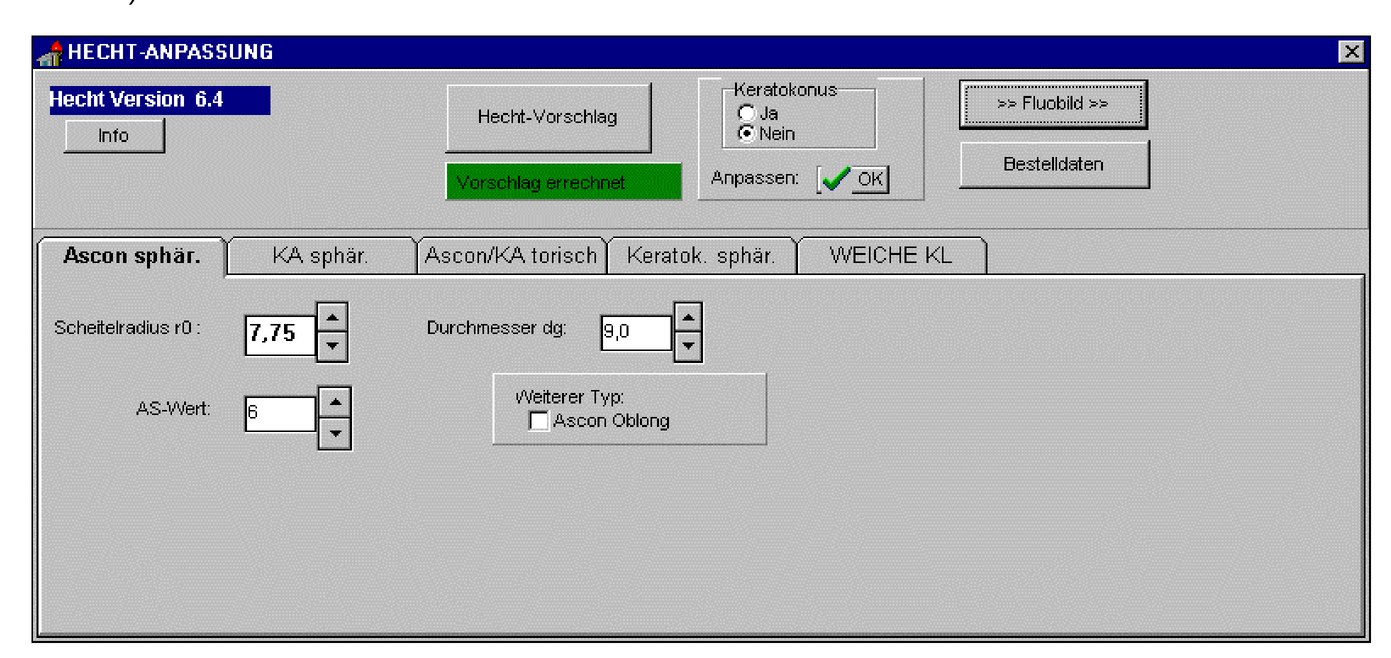
In dieser Darstellung werden die einzelnen Meridianwinkel (Mer.), der Zentralradius des Meridians (r0), der Koaxialradius in 30° (rs), die Abflachung d.h. die Differenz von Zentral und Koaxialradius (rs-r0), die daraus resultierende Exzentrizität in 30° (Exz) sowie die Abflachungskonstante (c1) aufgelistet.
Die Abflachungskonstante c1 dient zusammen mit dem Zentralradius r0 zur mathematischen Beschreibung des Hornhautparaboloids.

7.2.3.2.6 Hecht Anpassungssoftware verwenden / [Hecht KL]

Um Hecht-Kontaktlinsen anpassen zu können, steht ein spezielles Anpaßprogramm der Firma Hecht zur Verfügung. Dieses ermittelt aus den gemessenen Hornhautgeometrien einen Kontaktlinsenvorschlag nach den Anpaßregeln der Firma Hecht.

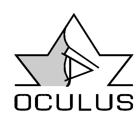
Um diese Software zu nutzen, muß zunächst der Schalter **[Hecht KL]** betätigt werden (siehe Bild Seite 50).

In der Hecht-Software kann nun eine Linse ausgewählt werden.
Anschließend muß der Schalter **[Fluobild]** betätigt werden, um die Hecht-Software wieder zu verlassen. Die Fluobildsimulation erfolgt dann wieder durch die OCULUS-Software.
Wird nur das Fenster geschlossen, dann erfolgt keine Fluobildberechnung.



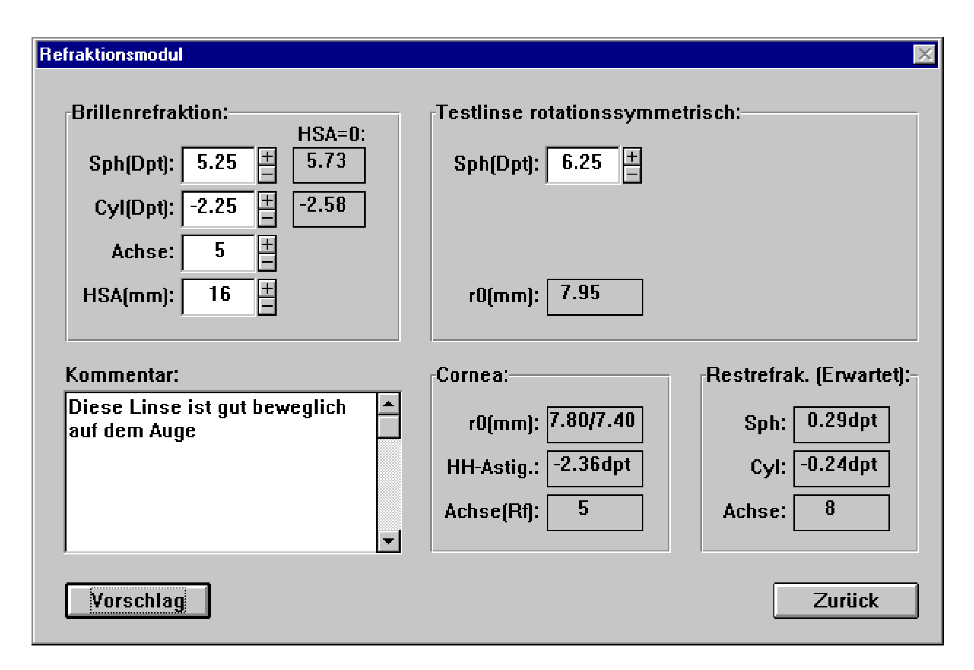
Hinweis ⇨ Um die Geometriedaten einer Hechtlinse zu verändern, muß immer zuerst der Schalter **[Hecht KL]** betätigt werden. Aus diesem Grund werden nach dem Auswählen einer Kontaktlinse in der Hecht-Software die entsprechenden Eingabefelder der OCULUS-Software gesperrt. Hierdurch wird sichergestellt, daß eine Kontaktlinse aus der Hecht-Software nur mit Hilfe der Hecht-Software variiert werden kann. Sobald ein anderer Kontaktlinsenvorschlag oder Hersteller gewählt wird, wird die Sperrung der Eingabefelder wieder aufgehoben.

Die Firma Hecht bietet außerdem noch eine Anpassungssoftware „Hecht-Expert“ an. Mit dieser können die einzelnen Kontaktlinsenzonen noch detaillierter definiert werden.





7.2.3.3 Refraktionsmodul / [Refraktion]



Mit Hilfe des Refraktionsmoduls kann abhängig von Brillenrefraktion und Linsentyp die nötige Brechkraft der Kontaktlinse berechnet werden. Weiterhin ist ein Vergleich verschiedener Linsentypen (z.B. rücktorisch oder bitorisch) hinsichtlich ihrer Korrektionswirkung möglich.

Bevor das Refraktionsmodul mit Hilfe des Schalters **[Refraktion]** gestartet wird (siehe Bild Seite 51 rechts unten), sollte jedoch die Wahl der Kontaktlinsenrückfläche (also die Fluobildsimulation) abgeschlossen sein, da eine Veränderung der Rückflächenkrümmung auch andere Korrektionswirkungen der Kontaktlinse erfordert.

Je nach gewähltem Kontaktlinsentyp ändert sich das Feld „**Testlinse**" im Refraktionsmodul. Verfügbar sind:

- Testlinse rotationssymmetrisch
- Testlinse torisch
- Testlinse Soft

Im Feld „**Brillenrefraktion**" müssen zunächst die Refraktionswerte des Patienten eingegeben werden. Beachten Sie bitte, daß der Zylinderwert immer negativ eingegeben werden muß. Die Brillenrefraktion wird mittels Hornhautscheitelabstand (HSA) in die Hornhautscheitelrefraktion umgerechnet und in der Spalte HSA=0 angezeigt.

Falls schon Refraktionswerte eingegeben wurden (siehe 7.2.2.7 „Refraktive Darstellung" Seite 41), werden diese übernommen.

Wird nun der Schalter **[Vorschlag]** betätigt, dann erfolgt die Berechnung eines Kontaktlinsenvorschlags, unter Berücksichtigung der Refraktionswerte, der Hornhautkrümmung und der gewählten Kontaktlinsenrückfläche. Dieser Vorschlag (z.B.: Sph: 6.25 Dpt) wird ins Feld „**Testlinse**" übertragen und kann anschließend auch manuell verändert werden. Nach jeder Änderung eines Wertes wird automatisch die „Erwartete Restrefraktion" berechnet und dargestellt. Diese „**Erwartete Restrefraktion**" entspricht der Überrefraktion die nötig wäre, wenn diese Kontaktlinse auf das Auge gesetzt würde. Die Auswahl der Testlinse sollte daher die erwartete Restrefraktion minimieren.

Hinweis Þ Die „Erwartete Restrefraktion" ist kein gemessener sondern ein berechneter Wert, der möglichst viele (aber nicht alle) Augen- und Kontaktlinsenparameter berücksichtigt. Dieser Wert sollte daher nach der Kontaktlinsenauswahl mit der gemessenen Überrefraktion verglichen werden.

Folgende Felder sind im Refraktionsmodul dargestellt:

- **Brillenrefraktion**
  Eingabe der Refraktionswerte und automatische Umrechnung zur Hornhaut-scheitelrefraktion (HSA=0).

- **Testlinse**
  Auswahl der Kontaktlinsenparameter:
  Die Rückflächenkrümmung der Kontaktlinse wurde zuvor mittels Fluobild bestimmt, daher wird diese hier nur angezeigt. Eine Veränderung der Rückflächenkrümmung ist nur in der Kontaktlinsenanpassung (Fluobild-simulation) möglich.

- **Kommentar**
  In diesem Feld kann der Benutzer einen beliebigen Text eingeben, welcher zusammen mit den Refraktionswerten gespeichert wird und somit auch später noch verfügbar ist.

- **Cornea**
  Die vom Keratographen ermittelten Keratometerwerte der Cornea werden in diesem Feld dargestellt:
  r0 (mm): Zentralradien
  HH-Astig.: Hornhautastigmatismus (zentral)
  Achse(Rf): Achse des flachen Meridians

- **Restrefraktion (Erwartet)**
  Die zuvor beschriebene „Erwartete Restrefraktion“ wird in diesem Feld angezeigt.

Betätigen der Taste **[Zurück]** beendet das Refraktionsmodul und überträgt die neuen Werte ins Refraktionsfeld der Kontaktlinsenanpassung.

7.2.3.3.1 Refraktionsberechnung torischer Linsen

Refraktionsmodul

Brillenrefraktion: HSA=0:
Sph(Dpt): 5.25 | 5.73
Cyl(Dpt): -2.00 | -2.30
Achse: 5
HSA(mm): 16

Testlinse torisch:
Sph(Dpt): 5.75
Incl.: -5
n: 1.415
r0(mm): 7.80/7.40
Rücktorisch
Bitor. kompensiert
Bitorisch
Boston XO

Kommentar:

Cornea:
r0(mm): 7.80/7.40
HH-Astig.: -2.36dpt
Achse(Rf): 5

Restrefrak. (Erwartet):
Sph: 0.56dpt
Cyl: -0.59dpt
Achse: 93

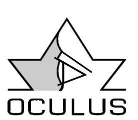
Vorschlag
Zurück

Im Feld „**Testlinse torisch**“ können noch weitere Kontaktlinsenparameter eingestellt werden:

Incl.: Hier kann die Inklination (Verdrehung) der Kontaktlinse geändert werden (Definition der Inklination siehe Seite 53). Zunächst ist die Inklination so gewählt, daß der flache Meridian der Kontaktlinsenrückfläche dem der Hornhaut entspricht. Falls dieser jedoch nicht mit der tatsächlichen Lage übereinstimmt, kann die Verdrehung hier manuell korrigiert werden.

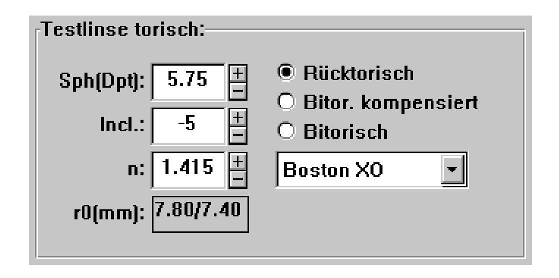
Eine Inklinationsänderung führt nach Verlassen des Refraktionsmoduls (Schaltfläche **[Zurück]**) zur automatischen Fluobild-Neuberechnung.

n: Die Brechzahl n des Kontaktlinsenmaterials bestimmt bei rücktorischen Linsen die Stärke des induzierten Astigmatismus, somit also die torische Wirkung der Kontaktlinse. Daher ist die Eingabe des Kontaktlinsenmaterials bzw. der Brechzahl erforderlich.



Hinweis Þ Die Brechzahl n muß (bei Verwendung rücktorischer Kontaktlinsen) immer manuell eingegeben werden. Sie ist nicht zusammen mit den anderen Kontaktlinsenparametern in der Kontaktlinsendatenbank gespeichert.

Rechts neben dem Feld n befindet sich ein Auswahlfeld, in dem der Materialname gewählt werden kann n wird dann entsprechend aktualisiert. (Die Datei „C:\TOPO\N-MAT.TXT" enthält die Liste der Materialnamen und der entsprechenden Brechzahlen. Diese Datei kann mit einem Texteditor z.B.: WordPad vom Benutzer erweitert werden.)



Im Feld „**Testlinse torisch**" können drei verschiedene torische Linsentypen gewählt werden:

- **Rücktorisch**
  Die Rückfläche dieser Kontaktlinse ist torisch (besseres Sitzverhalten), die Vorderfläche ist jedoch sphärisch.
  Durch den Brechzahlunterschied des Kontaktlinsenmaterials und der Tränenflüssigkeit verursacht die torische Rückfläche jedoch einen künstlichen, sog. induzierten Astigmatismus. Dies kann, je nach Refraktionswerten des Patienten, aber auch vorteilhaft sein.
  Eine zusätzliche Zylinderkorrektur ist aufgrund der sphärischen Vorderfläche mit dieser Linse nicht möglich.

- **Bitorisch kompensiert**
  Dieser Linsentyp hat eine torische Rückfläche aber auch eine torische Vorderfläche. Der induzierte Astigmatismus, den die Rückfläche dieser Kontaktlinse verursachen würde, ist auf der Vorderfläche der Kontaktlinse als Zylinder enthalten. Da der induzierte Astigmatismus durch die Vorderfläche neutralisiert wird, korrigiert eine solche Kontaktlinse den Hornhautastigmatismus wie eine sphärische Kontaktlinse, sie bietet jedoch zusätzlich die Möglichkeit mittels torischer Rückfläche ein besseres Sitzverhalten auf dem Auge zu erreichen. Die Wirkung dieser Kontaktlinse ist durch die Neutralisation des induzierten Astigmatismus unabhängig von ihrer Verdrehung (Inklination).
  Eine zusätzliche Zylinderkorrektur ist jedoch mit diesem Linsentyp ebenfalls nicht möglich.
  Da die Brechzahl n bei bitorisch kompensierten Linsen nicht benötigt wird, ist das Feld n und das Materialauswahlfeld gesperrt.

- **Bitorisch**
  Bitorische Linsen haben torische Rückflächen und torische Vorderflächen. Die Achslage der beiden Flächen sind unabhängig voneinander, somit kann zunächst der Rückflächentorus aus rein anpasstechnischen Gründen bestimmt werden, und anschließend der nötige Vorderflächentorus sowie dessen Achslage aus der Überrefraktion bestimmt werden.
  Die Berechnung bitorischer Kontaktlinsen muß durch den Kontaktlinsenhersteller erfolgen, daher ist hierbei zusätzlich das Feld „Sph(Dpt):" gesperrt.

Nach der Auswahl des Kontaktlinsentyps, ist es sinnvoll, zunächst die Schaltfläche **[Vorschlag]** zu betätigen, um die optimale Testlinse dieses Kontaktlinsentyps zu erhalten.

Hinweis Þ Nach Betätigen der Schaltfläche **[Vorschlag]** wird der Kontaktlinsentyp nicht gewechselt, d.h. diese Funktion schlägt keinen Kontaktlinsentyp vor, sondern ermittelt aus dem manuell gewählten Kontaktlinsentyp die optimale Testlinse.

7.2.3.3.2 Refraktionsberechnung bei Weichlinsen

Refraktionsmodul

Brillenrefraktion: HSA=0:
Sph(Dpt): 5.25 5.73
Cyl(Dpt): -2.00 -2.30
Achse: 5
HSA(mm): 16

Testlinse Soft:
Sph(Dpt): 5.75
Cyl(Dpt): -2.25
r0(mm): 8.70

Kommentar:

Cornea:
r0(mm): 7.80/7.40
HH-Astig.: -2.36dpt
Achse(Rf): 5

Restrefrak. (Erwartet):
Sph: -0.02dpt
Cyl: -0.06dpt
Achse: 19

Vorschlag Zurück

Bei Weichlinsen (Soft) ist die Berechnung der Refraktion einfacher, da keine Tränenlinse entsteht. Das Refraktionsmodul berechnet zunächst die Hornhautscheitelrefraktion (HSA=0) und überträgt diese gerundet in das Feld „Testlinse Soft“. Für die Berechnung der zu erwartenden Restrefraktion dieser Kontaktlinse wird die Achslage der Brillenrefraktion angenommen.

7.2.3.4 Speichern und Laden der angepaßten Kontaktlinse

Nachdem die Anpassung der Kontaktlinse abgeschlossen ist, kann die Funktion durch Betätigen der Schaltfläche **[Zurück]** beendet werden (siehe Bild Seite 50).
Daraufhin wird der Benutzer gefragt, ob die gewählten Kontaktlinsen- und Refraktionsdaten gespeichert werden sollen oder nicht. Die zu speichernde Kontaktlinse mit ihren Parametern wird hierbei angezeigt. Es wird immer die Kontaktlinse (inkl. Refraktionsdaten) zum Speichern vorgeschlagen, die aktuell eingestellt ist.

Wird nun **[Nicht speichern]** betätigt, dann wird keine Kontaktlinse gespeichert.
Wird jedoch **[Speichern]** betätigt, dann werden die Kontaktlinsen- und Refraktionsdaten gespeichert.
Wird **[Abbrechen]** gewählt, kann die Kontaktlinsenanpassung fortgesetzt und eine andere Kontaktlinse gewählt werden.

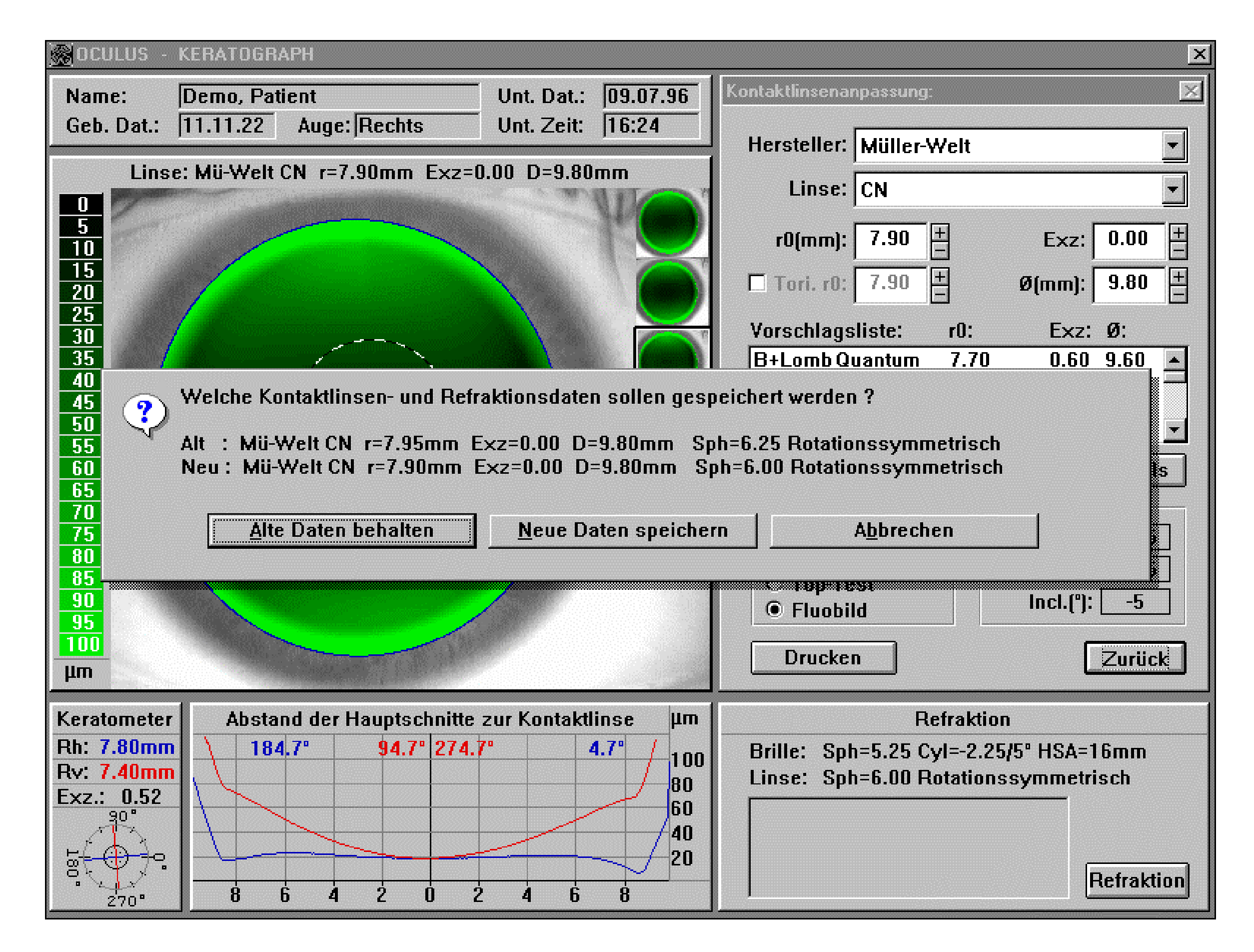


Laden angepaßter Kontaktlinsen:
Die gespeicherten Refraktions- und Kontaktlinsendaten werden automatisch zusammen mit den Untersuchungsdaten geladen. (siehe 7.2.7.1 Seite 85)

Nach dem Starten der Funktion „Kontaktlinsenanpassung“, werden die geladenen Kontaktlinsendaten in die Datenfelder (der Kontaktlinsenanpassung) übernommen. Die Datenfelder enthalten somit nun nicht einen Vorschlag, sondern eine bereits angepaßte Kontaktlinse. Es erscheint daher kein blauer Markierungsbalken in der Vorschlagsliste.

Das Fluobild wird nicht mitgespeichert, daher sollte es zunächst durch Drücken der Schaltfläche **[Fluo Rechnen]** berechnet werden, um es beurteilen zu können. Die Refraktionsdaten werden ebenfalls erst dargestellt, nachdem das Fluobild berechnet ist.

Werden nun keine Kontaktlinsen- oder Refraktionsparameter verändert, dann erscheint beim Verlassen der Kontaktlinsenanpassung (Schaltfläche **[Zurück]**) keine Frage. Wird jedoch ein Parameter verändert, erscheint z.B. folgende Frage:



Nun kann gewählt werden, ob die neuen Kontaktlinsenparameter gespeichert oder ob die alten behalten werden sollen.

7.2.4 Pupillometersoftware

Mit Hilfe des Keratographen kann ebenfalls Pupillometrie bzw. Pupillographie durchgeführt werden.
Hierbei wird die Pupillengröße kontinuierlich (innerhalb eines gewissen Zeitraumes) ermittelt und anschließend zeitabhängig dargestellt. Für die Messung wird die Pupille Infrarot beleuchtet. Somit kann die Pupillengröße auch im Zustand der Dunkeladaptation bestimmt werden. Der Keratograph bietet außerdem noch die Möglichkeit, zwei Blendungen unterschiedlicher Reizstärke ein- bzw. auszuschalten und somit die Pupillenreaktion auf diese Blendungen zu erfassen. Weiterhin ist es möglich, die Pupillenreaktion z.B. von rechtem und linkem Auge zu vergleichen und Differenzkurven zu berechnen.

Die optionale Pupillometrie ist im Keratographen ab der Softwareversion 1.55 verfügbar. Die Pupillometrie ist nachrüstbar für alle Keratographen vom Typ Keratograph 2 (Baujahr ca. ab 1998). Die Keratographsoftware zeigt an, ob sie mit Keratograph 1 oder 2 kommuniziert („Einstellungen“/ „System“ / „Gerätetyp“).

Zum Starten der Pupillometersoftware muß in der Menüzeile „Untersuchung/Pupillometer“ gewählt werden. Falls dieser Menüpunkt in der Software fehlt, muß die Pupillometersoftware zunächst freigegeben werden.

7.2.4.1 Freigabe der Pupillometersoftware

Die Pupillometersoftware ist über einen Zahlencode gesichert. Jeder Keratograph-Meßkopf benötigt einen individuellen „Releasing Code“, um die Software freizugeben. Nach der Installation der Keratograph-Software auf einem PC ist die Pupillometersoftware zunächst nicht freigegeben. Die Freigabe der Pupillometersoftware kann erst erfolgen, wenn die Kommunikation zwischen Keratograph und PC in Ordnung ist (also z.B. wenn topographische Messungen durchgeführt werden können), anderenfalls kann der individuelle „Device Code“ des Keratographen nicht ausgelesen werden.

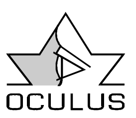
Die Freigabe der Pupillometersoftware ermöglicht, daß mit dem Keratographen neue Pupillometer-Untersuchungen durchgeführt werden können. Das Laden von bereits vorhandenen (z.B. Demo-) Pupillometer-Untersuchungen ist auch ohne Freigabe möglich.

Zur Freigabe muß zunächst die Untersuchungssoftware gestartet werden. Auf dem Bildschirm erscheint nun folgendes Bild:



Nun müssen nacheinander folgende vier Buchstaben eingetippt werden (als Kleinbuchstaben, also ohne die Shift-Taste):

L U S P



Daraufhin erscheint das Freigabemenü:

In diesem Menü wird nun der individuelle „Device Code“ des Keratographen angezeigt. Zur Freigabe der Pupillometersoftware muß dann der entsprechende „Releasing Code“ eingegeben und die Schaltfläche OK betätigt werden.
Bei gültigem Releasing Code kann die Pupillometersoftware nun gestartet werden („Untersuchung/Pupillometer“).

Der nötige „Releasing Code“ kann durch Angabe des „Device Code“ bei OCULUS erfragt werden. Kunden, welche den Keratographen inklusive Pupilometersoftware bestellen, erhalten ein Blatt, auf dem Seriennummer des Gerätes, Device Code und Releasing Code enthalten sind.



7.2.4.2 Pupillometersoftware starten

Zum Starten der Pupillometersoftware muß in der Menüzeile „Untersuchung/Pupillometer“ gewählt werden. Es erscheint nun folgender Bildschirminhalt:

OCULUS - KERATOGRAPH
Patient Untersuchung Darstellung Kontaktlinsenanpassung Einstellungen Sonstiges Drucken
Name: Demo, Patient Unt. Dat.: 25.02.02 Pat-ID: 00000000
Geb. Dat.: 11.11.22 Auge: Unt. Zeit: Infotext: Pupillometrie
Linkes Auge: Pupillogramm, Anisokorietest, Keine Blendung, Manuell
Rechtes Auge: Pupillogramm, Anisokorietest, Keine Blendung, Manuell
Blend. Min Bl. 9 8 7 6 5 4 3 2 1
0 10 20 30 40 50 60 70 80 t/s

Auf der linken Seite erscheint nun laufend das aktuelle Kamerabild. Der Keratograph muß nun mit Hilfe des Kreuzschlittens so ausgerichtet werden, daß das Patientenauge in der Mitte des Kamerabildes erscheint. Verschiebungen in der Höhe bzw. seitliche Verschiebungen sind direkt im Kamerabild erkennbar. Die Justage des Abstandes erfolgt über die Bildschärfe. Der Keratograph muß so ausgerichtet werden, daß das Kamerabild möglichst scharf erscheint. Um die Schärfebeurteilung zu vereinfachen, ist rechts neben dem Kamerabild ein blauer Balken dargestellt. Je höher dieser Balken ist, desto größer ist die Bildschärfe. Der Abstand sollte also so eingestellt werden, daß der blaue Balken möglichst hoch ist.

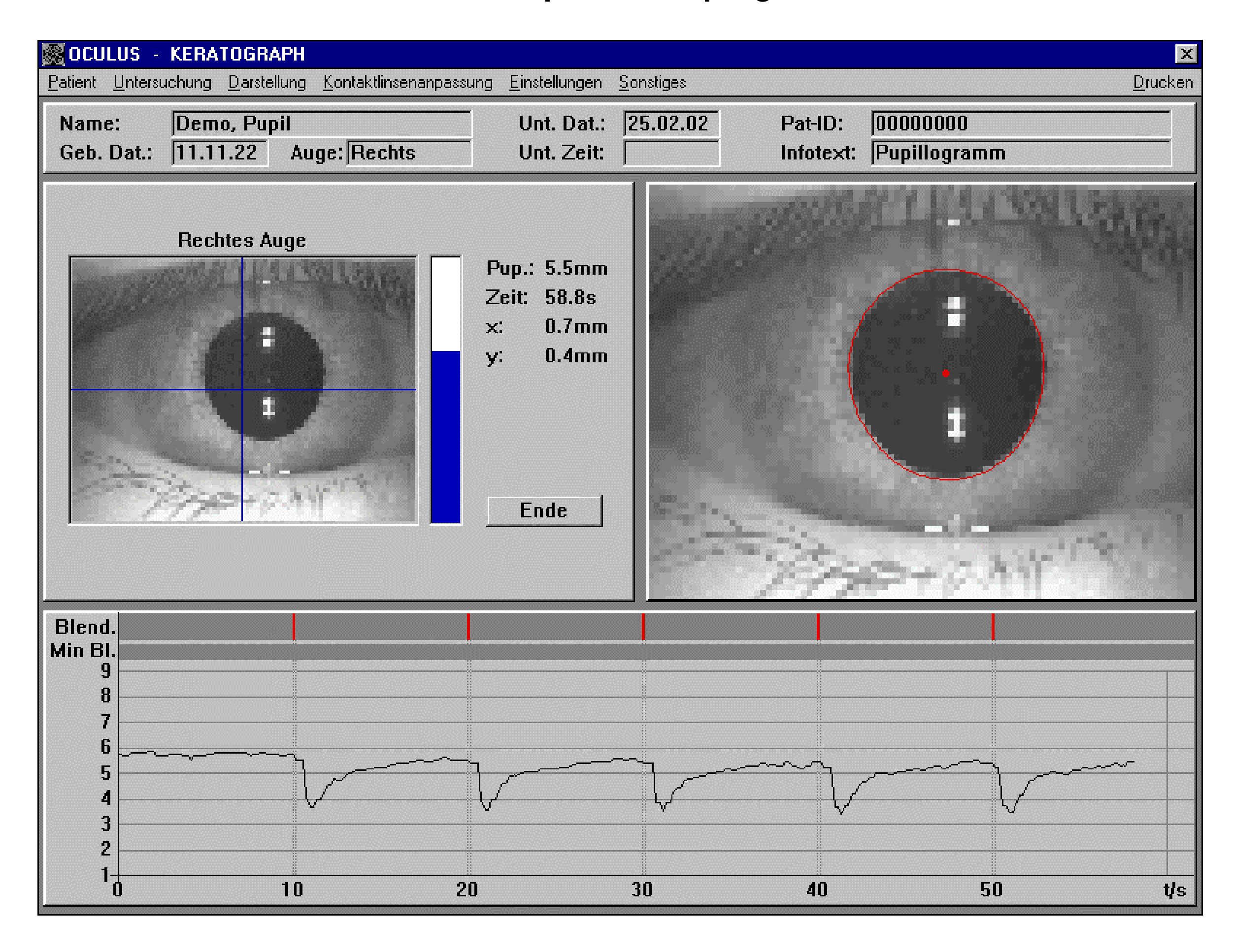
Auf der rechten Bildschirmseite sind nun die verschiedenen Schalter für die entsprechenden Programme dargestellt. In einem Programm ist die zeitliche Abfolge der Blendzustände gespeichert. Jeder Schalter ist 2-fach vorhanden, einer für das rechte, einer für das linke Auge. Die Programme sind für beide Augen gleich. Die zwei Schalter dienen lediglich zur Eingabe, welches Auge gemessen werden soll.

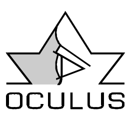
Es stehen vier verschiedene Programme zur Verfügung:

- **Pupillogramm**: 0.2s Blendung, dann 9.8s Pause (5 mal)
- **Anisokorietest**: 5s Blendung, dann 15s Pause (3 mal)
- **Keine Blendung**
- **Manuell**

Bei „Pupillogramm“, „Anisokorietest“ und „Keine Blendung“ handelt es sich um automatische Programme. Das Programm „Manuell“ setzt die Blendzustände nicht automatisch, sondern ermöglicht, die Blendzustände während der Pupillometrie durch Betätigen von Schaltflächen zu aktivieren. Durch Betätigen eines dieser Programmschalter wird der Meßvorgang der Pupillometrie gestartet.

7.2.4.3 Automatische Pupillometrieprogramme durchführen





Nach dem Starten eines Programmes (hier Pupillogramm) wird sofort mit der Messung begonnen. Links erscheint wie zuvor das laufende Kamerabild. In konstanten Zeitintervallen werden nun Kamerabilder analysiert und zusammen mit der gefundenen Pupillenkante (rot markiert) rechts dargestellt. Jedes (erfolgreich) analysierte Kamerabild liefert einen Pupillen-Durchmesserwert, sowie einen x- bzw. y-Wert, welcher den Abstand der Pupillenmitte zur Kameramitte anzeigt. Zusammen mit der Zeit (seit dem Start der Messung) werden diese Zahlenwerte rechts neben dem blauen Schärfebalken ständig aktualisiert.

Diese Meßwerte (zunächst ohne x-/y-Wert) werden in das Diagramm am unteren Bildschirmrand eingetragen. In diesem Diagramm sind außerdem die Blendzustände während der verschiedenen Zeitpunkte zu erkennen. Die Zeile „Blend“ zeigt den Zustand der Ringbeleuchtung (Placidosystem) an. Rot bedeutet „an“, grau bedeutet „aus“. „Min. Bl.“ zeigt nur den Zustand des inneren Ringes an, welcher als leichte Blendung verwendet werden kann.

Die Messung wird automatisch beendet, wenn die Messung an der rechten Diagrammseite angelangt ist. Es ist aber auch möglich, die Messung durch Betätigen der Schaltfläche „**Ende**“ vorzeitig zu beenden. Vor dem Beenden der Messung wird automatisch ein Kamerabild aufgenommen und in Verbindung mit den Meßdaten gespeichert.

Ist die Messung beendet, wechselt die Bildschirmdarstellung in die Übersichtsdarstellung der Pupillometrie.

7.2.4.4 Manuelle Pupillometrie durchführen

OCULUS - KERATOGRAPH
Patient Untersuchung Darstellung Kontaktlinsenanpassung Einstellungen Sonstiges Drucken
Name: Demo, Pupil Unt. Dat.: 25.02.02 Pat-ID: 00000000
Geb. Dat.: 11.11.22 Auge: Unt. Zeit: 16:28 Infotext: Pupillometrie
Rechtes Auge
Pup.: 4.9mm
Zeit: 59.7s
x: -1.0mm
y: 0.0mm
Blend
Min.B
Ende
Blend.
Min Bl.
9 8 7 6 5 4 3 2 1
0 10 20 30 40 50 t/s

Im Unterschied zu den automatischen Programmen kann hier die Blendung manuell gesetzt werden. Hierfür sind die Schalter „**Blend**“ und „**Min. B.**“ vorhanden. „**Blend**“ schaltet das gesamte Ringsystem ein bzw. aus. „**Min. B.**“ schaltet lediglich den inneren Ring des Ringsystems ein bzw. aus. Die Reizstärke von „Min. B.“ ist daher deutlich kleiner als die von „Blend“.

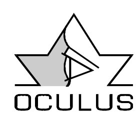
Beide Blendungen können in der manuelle Pupillometrie beliebig geschaltet werden.

Ist die Messung beendet, wechselt die Bildschirmdarstellung ebenfalls in die Übersichtsdarstellung der Pupillometrie.

7.2.4.5 Übersichtsdarstellung der Pupillometrie

Links ist nun ein Datenfeld vorhanden, welches einige Informationen zur Messung auflistet. Rechts erscheint das zur Messung gespeicherte Kamerabild. Im Diagramm unten sind nun noch zwei weiße Zeiger vorhanden. Diese Zeiger können nun mit der Maus angeklickt und verschoben werden. Daraufhin werden die Zahlenwerte im Datenfeld aktualisiert. Mit Hilfe der Zeiger können die Pupillendurchmesser zu beliebigen Zeitpunkten sichtbar gemacht werden.

Im Feld „**Pupillendurchmesser**“ des Datenfeldes (oben links) sind allgemeine Informationen enthalten:
Der minimal kleinste sowie der maximal größte gemessene Pupillendurchmesser werden hier dargestellt. Ebenso wird der Mittelwert und die Standardabweichung des Pupillendurchmessers berechnet und angezeigt. Diese Werte sind allerdings eher sinnvoll, wenn ohne Blendung gemessen wurde (Messung der Pupillenunruhe).



Im Datenfeld sind weiter die Meßwerte der beiden weißen Zeiger aufgelistet. Ein Pupillenmeßwert besteht aus:
- Pupillendurchmesser in mm
- Zeitpunkt (seit Start der Messung) in Sekunden
- x-Position der Pupillenmitte (zur Kameramitte) in mm
- y-Position der Pupillenmitte (zur Kameramitte) in mm

Ebenso sind im Diagramm die Differenzwerte der beiden Zeiger dargestellt. Hierbei handelt es sich um:
- Zeitdifferenz in Sekunden
- Geschwindigkeit in mm pro Sekunde.

Die Geschwindigkeit der Pupillenänderung wird berechnet, indem die Pupillendurchmesserdifferenz durch die Zeitdifferenz geteilt wird. Der Wert stellt somit die mittlere Geschwindigkeit der Pupille zwischen beiden Zeigern dar.

Im Feld „**Anzeige**“ des Datenfeldes sind 5 verschiedene Schalter enthalten.
- Pupillenkurve:
  Hier kann die Pupillenkurve des Diagramms (unten) sichtbar gemacht werden.
- X-Pos:
  Hier kann die Kurve der X-Position der Pupillenmitte im Diagramm (unten) sichtbar gemacht werden.
- Y-Pos:
  Hier kann die Kurve der Y-Position der Pupillenmitte im Diagramm (unten) sichtbar gemacht werden.
- Pupille (Kamerabild):
  Dieser Schalter erlaubt das Ein- bzw. Ausschalten der roten Pupillenrandmarkierung im Kamerabild (rechts).
- Steigung:
  Dieser Schalter ermöglicht, den Geschwindigkeitsvektor im Diagramm (unten) darzustellen. Dieser wird durch die Verbindungslinie beider Meßwerte in der Pupillenkurve repräsentiert. Die Steigung der Verbindungslinie entspricht der Geschwindigkeit der Pupillenänderung.

Das Einschalten der Kurven X-Position bzw. Y-Position ermöglicht, eventuelle Blickbewegungen des Patienten zu Erkennen.

Im Kamerabild (rechts) ist die Lupenfunktion wirksam, d.h. durch Klicken ins Kamerabild wird ein Ausschnitt vergrößert dargestellt.

Im Diagramm (unten) kann die Skalierung der Y-Koordinate verändert werden, indem diese angeklickt wird. Es erscheint dann ein Auswahlfenster, in welchem die Skalierung zwischen 4mm, 6mm, 8mm und 10mm gewählt werden kann.

Im Patientenfeld (oben rechts) ist der Infotext angezeigt. Dieser kann durch Anklicken verändert werden. Der Infotext wird standardmäßig mit dem Programmnamen („Pupillogramm“ oder „Anisokorietest“) vorbesetzt. Für die Programme „Keine Blendung“ und „Manuell“ wird jedoch „Pupillometrie“ verwendet.

7.2.4.6 Vergleichsdarstellung der Pupillometrie

In der Pupillometrie erscheint unter „Darstellung“ der Menüpunkt „Untersuchungen vergleichen“. Wird dieser ausgewählt, dann kann eine weitere Untersuchung geladen werden. Zum Laden einer Untersuchung muß das Auswahlfeld hinter der Bezeichnung „Untersuchung B“ geöffnet und die gewünschte Untersuchung ausgewählt werden.
Beide Untersuchungen sowie deren Differenzkurve der Messungen werden daraufhin dargestellt.

Auch hier erscheinen weiße Zeiger die mit der Maus angeklickt und verschoben werden können. Diese Verschiebung der Zeiger wirkt immer auf alle drei Diagramme gleichzeitig. Eine neue Positionierung der Zeiger führt automatisch zur Aktualisierung der angezeigten Pupillendurchmesserwerte in den entsprechenden Diagrammen. Als Zeiger 1 wird (in der Übersichtsdarstellung) immer der linke, als Zeiger 2 immer der rechte Zeiger bezeichnet.

OCULUS - KERATOGRAPH

Patient Untersuchung Darstellung Kontaktlinsenanpassung Einstellungen Sonstiges Drucken

Name: Demo, Pupil Geb. Dat.: 11.11.22 Infotext: Anisokorietest

Untersuchung A: 25.02.02 16:20 Rechts Zeiger 1: 5.8mm Zeiger 2: 4.7mm

Blend.
Min Bl.
8 7 6 5 4 3 2
0 10 20 30 40 50 t/s

Untersuchung B: 25.02.02 16:22 Links Zeiger 1: 5.7mm Zeiger 2: 5.0mm

Blend.
Min Bl.
8 7 6 5 4 3 2
0 10 20 30 40 50 t/s

Differenz A minus B Zeiger 1: 0.0mm Zeiger 2: -0.2mm

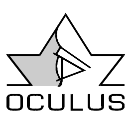
2 1 0 -1 -2
0 10 20 30 40 50 t/s

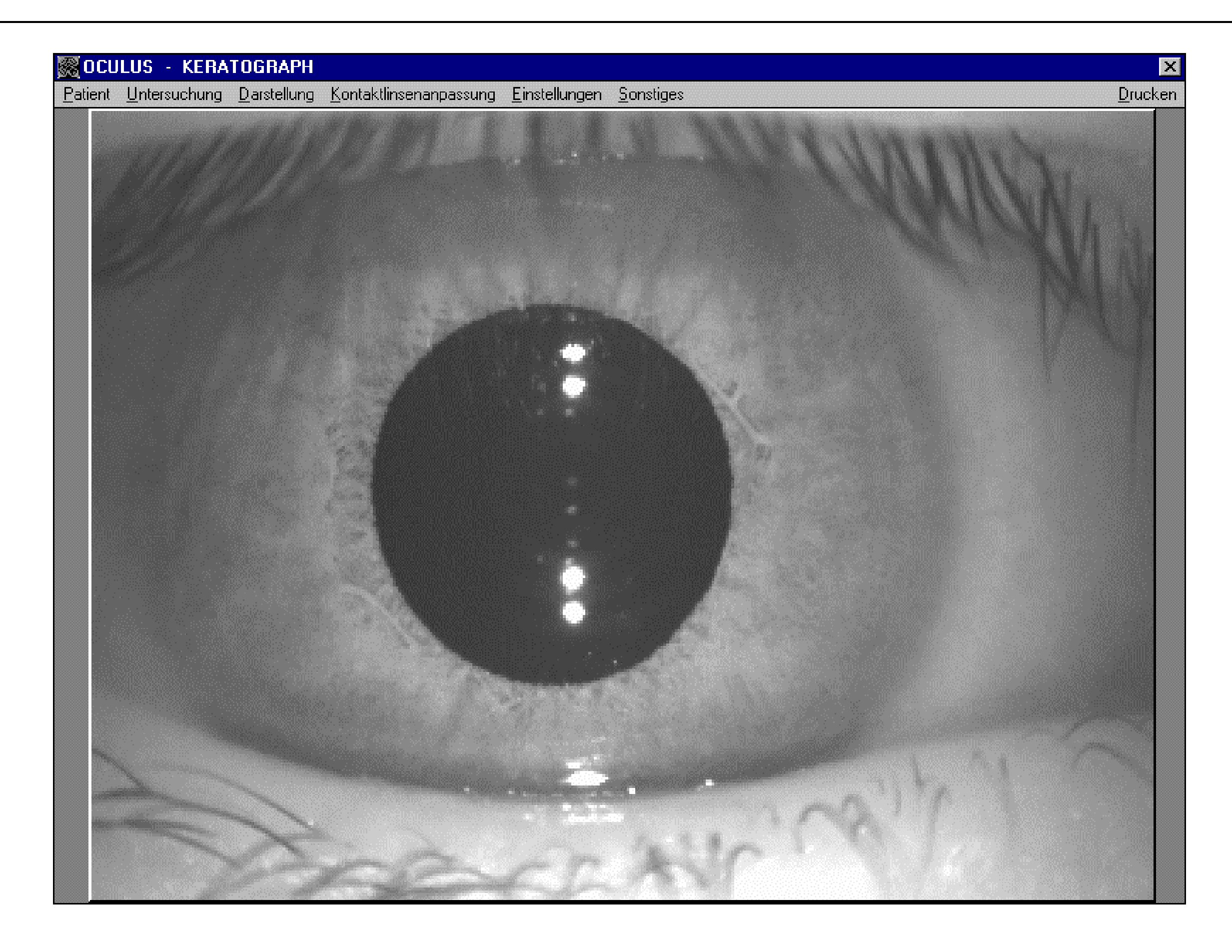
Die Vergleichsdarstellung ist besonders geeignet, um eine Anisokorie (Pupillendifferenz beider Augen) zu erkennen. Hierfür sollte zunächst für beide Augen das automatische Programm „**Anisokorietest**“ durchgeführt werden. Anschließend können die Untersuchungen von rechtem und linkem Auge in der Vergleichsdarstellung gegenübergestellt und eine Differenzkurve berechnet und dargestellt werden.

In der Vergleichsdarstellung können ebenfalls die Skalierungen der Y-Achsen der einzelnen Diagramme durch Anklicken verändert werden.

7.2.4.7 Kamerabilddarstellung der Pupillometrie

Ein weiterer Menüpunkt von „Darstellung“ in der Pupillometrie ist das „Kamerabild“. Hier wird das aufgenommene Kamerabild, welches Infrarot beleuchtet wurde, vergrößert dargestellt.





7.2.4.8 Änderung der Kamerahelligkeit für Pupillometrie

Die Infrarotbeleuchtung der Keratographen ist individuell verschieden. Daher ist es möglich, die Software an die verschiedenen Helligkeiten anzupassen.

Die Änderung der Helligkeit ist nur möglich in der Darstellung „Übersicht“ oder wenn eine Pupillometer- Untersuchung geladen wurde. Zum Einstellen muß zunächst die Buchstabenfolge:
„ **l u s P**“ eingetippt werden. (also „L“ „U“ „S“ als Kleinbuchstaben und „P“ als Großbuchstaben zusammen mit der Shift-Taste).

Nun erscheint ein Fenster, in dem für das Pupillometer drei verschiedenen Helligkeiten gewählt werden können.

- Normal
- Hoch
- Maximal



Nach Möglichkeit sollte „Normal“ verwendet werden. Wird „Hoch“ oder „Maximal“ gewählt, dann muß aus technischen Gründen für Messungen mit eingeschalteter Ringbeleuchtung („Blend“) die Beleuchtung kurz ausgeschaltet werden. Dies führt zum Flackern der Ringbeleuchtung während der Blendung. Für die leichte Blendung (innerer Ring) gilt dies jedoch nicht.

Änderungen des Helligkeitszustandes werden dauerhaft gespeichert, und müssen daher nur einmal durchgeführt werden. Der gewählte Helligkeitszustand hat keinen Einfluß auf die Lebensdauer der Kamera, da lediglich Belichtungszeiten geändert werden.

7.2.5 Einstellungen der Untersuchungssoftware verändern

Einstellungen ändern:

Krümmungseinheit
- Dioptrie
- mm

Krümmungsradien
- Sagittal
- Tangential

Darstellung
- Komplettbild
- Orginalbild

Farbtabelle
- Intern
- Extern

Farbskalaabstufung
- Abs: Normal
- Rel: Fein
- Rel: Mittel
- Rel: Grob

Schritt: mm

Zentralradien
- Dioptrie
- mm

Rückflächenvermess.
- An
- Aus

Datumsformat:
- TMJ
- MTJ
- JMT

Trenn-zeichen: .

3D-Darstellung
- Rot-Grün
- Grün-Rot

Drucken Hintergrund
- Grau
- Weiss

Sprache
- Deutsch
- Englisch
- Französisch
- Italienisch
- Japanisch

Auslösung (default)
- Freigegeben
- Gesperrt

Fourierdarstellung
- Dezentr.+Sph.add.
- Unregel.+Sph.add.

System ->

Benutzen | Speichern | Abbrechen | Version: 1.54H | Kontaktlinsen ->

Das Untersuchungsprogramm ermöglicht dem Benutzer, die Arbeitsweise seinen individuellen Wünschen anzupassen.

Im Menü **„Einstellungen ändern“** sind folgende Punkte einstellbar:

- **Krümmungseinheit**

  Die gemessene Krümmung der Hornhaut kann entweder als Krümmungsradius in mm oder als Krümmungsäquivalent in Dioptrie angegeben werden. Die Umrechnung erfolgt nach der Formel:

$$D = \frac{(1{,}3375 - 1) \bullet mm \bullet dpt}{r}$$

- **Farbskalaabstufung**

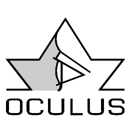
  Für die Farbskala sind verschiedene Formate möglich. Die Skala kann absolut oder relativ sein. Bei absoluter Skala wird jedem Krümmungsradius immer dieselbe Farbe zugeordnet. Eine relative Farbskala wird automatisch skaliert. Die Mitte der Skala entspricht dem mittleren Krümmungswert der Hornhautoberfläche.

Die relativen Farbskalen können in drei verschiedenen Abstufungen dargestellt werden (siehe Tabelle).

Relativ	Krümmungseinheit	
	Dioptrie	Millimeter
Fein	0,25 dpt	0,05 mm
Mittel	0,5 dpt	0,10 mm
Grob	1,0 dpt	0,20 mm

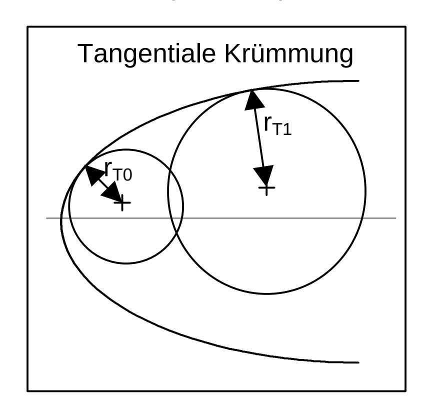
Der absolute Farbbalken hat im mittleren Bereich eine Auflösung von 0,10 mm. Unter 6,6 mm beträgt die Abstufung 0,2 mm, über 10,5 mm wird in 3mm-Schritten abgestuft.

Wird die Krümmungseinheit Dioptrie ausgewählt, werden die Krümmungswerte in Dioptrie umgerechnet. Die Farben ändern sich bei der absoluten Farbskala nicht.

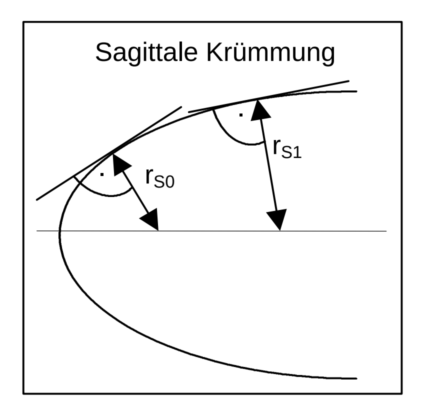


- **Krümmungsradien**

  Hier ist einstellbar, ob zur Darstellung die sagittale Krümmung oder die tangentiale Krümmung verwendet werden soll.
  Die tangentiale Krümmung entspricht der Hornhautkrümmung im Meßpunkt.



Die sagittale Krümmung entspricht der Länge eines zur Tangente im Meßpunkt senkrecht stehenden Lotes, vom Meßpunkt bis zum Schnittpunkt mit der Achse.



In der tangentialen Darstellung treten Hornhautunregelmäßigkeiten stärker in Erscheinung.

In der sagittalen Darstellung ist der Krümmungswert abhängig von der Steigung im Hornhautpunkt, außerdem ist der Bezug zur optischen Achse wichtig. Die sagittale Darstellung repräsentiert eher die optische Wirkung der Hornhaut.

Dieser Schalter **„Krümmungsradien“** bezieht sich auf alle Krümmungsdarstellungen z.B.:
-Farbige Topographiedarstellung,
-3D-Darstellung,
-Diagramme, des Übersichtsbildes,
-Fourieranalyse,
-usw.,...

jedoch nicht auf:

-Keratometerwerte,
-Refraktive Farbdarstellung,
-Höhendaten,
-Kontaktlinsenanpassung.

- **Darstellung**
  Hier kann gewählt werden, ob die Farbdarstellung der gemessenen Krümmungsradien als Komplettbild (nicht gemessene Stellen werden interpoliert und mit schwarzen Punkten markiert) oder als Originalbild (nicht gemessene Stellen werden weiß dargestellt) erfolgen soll.

- **Farbtabelle**
  Statt der von OCULUS verwendeten Farbtabelle „intern“, kann auch eine „externe“ Farbtabelle benutzt werden. Diese bietet die Möglichkeit, die Farben an andere Topographen anzugleichen, um somit Untersuchungen besser vergleichen zu können. Die externe Farbtabelle befindet sich in der Datei C:\TOPO\TOPO.COL. Hier können die 64 Farbstufen mit ihren RGB-Werten eingestellt werden.

- **Zentralradien:**
  Hier kann gewählt werden, ob die Zentralradien (Rh/Rv) im Übersichtsbild in mm oder in Dioptrie angezeigt werden.

- **Datumsformat:**
  In diesem Feld wird das Format der Datumsanzeigen bestimmt.
  Die Reihenfolgen
  Tag / Monat / Jahr (TMJ),
  Monat / Tag / Jahr (MTJ),
  oder Jahr / Monat / Tag (JMT),
  sowie das Trennzeichen können ausgewählt werden.

Einstellungen ändern:

Krümmungseinheit: ○ Dioptrie ◉ mm
Krümmungsradien: ◉ Sagittal ○ Tangential
Darstellung: ◉ Komplettbild ○ Orginalbild
Farbtabelle: ◉ Intern ○ Extern
Farbskalaabstufung: ◉ Abs: Normal ○ Rel: Fein ○ Rel: Mittel ○ Rel: Grob; Schritt: mm
Zentralradien: ○ Dioptrie ◉ mm
Rückflächenvermess.: ○ An ◉ Aus
Datumsformat: ◉ TMJ ○ MTJ ○ JMT; Trenn-zeichen: .
3D-Darstellung: ◉ Rot-Grün ○ Grün-Rot
Drucken Hintergrund: ○ Grau ◉ Weiss
Sprache: ◉ Deutsch ○ Englisch ○ Französisch ○ Italienisch ○ Japanisch
Auslösung (default): ○ Freigegeben ◉ Gesperrt
Fourierdarstellung: ☒ Dezentr.+Sph.add. ☐ Unregel.+Sph.add.

System -> | Benutzen | Speichern | Abbrechen | Version: 1.54H | Kontaktlinsen ->

- **Sprache:**
  Die Sprache, die das Programm zur Ausgabe verwendet, kann zwischen Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, etc. gewählt werden.

- **3D-Darstellung**.
  Mit dieser Schaltfläche kann die rot-grüne 3D-Darstellung an die verwendete Brille angepaßt werden.
  Rot-Grün: Rotes Glas links, Grün rechts
  Grün-Rot: Grünes Glas links, Rot Rechts

- **Auslösung (default):**
  Dieses Feld bestimmt, ob die automatische Auslösung der Funktion „Neue Messung starten“ zunächst gesperrt oder freigegeben ist.

- **Drucken Hintergrund**
  Beim Drucken kann gewählt werden, ob der Hintergrund Grau oder Weiß gedruckt wird. Bei Grau entspricht der Ausdruck exakt dem Bildschirminhalt, Weiß ermöglicht Drucktinte zu sparen und schneller zu drucken.

- **Fourierdarstellung**
  Hier kann gewählt werden, ob im Menü „Fourier-Analyse“ zu den Darstellungen der „Dezentration“ oder der „Unregelmäßigkeiten“ der sphärische Anteil addiert werden soll oder nicht. (siehe 7.2.2.4 Seite 26).

Die Änderung einer Einstellung führt automatisch zur Aktualisierung der derzeitigen Darstellungen.

Über den Schalter **[System ->]** kann die Schnittstelle zur Kommunikation mit dem Keratographen eingestellt werden (siehe 7.2.5.1 Seite 72).

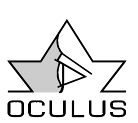
Die Schaltfläche **[Kontaktlinsen ->]** führt zum Konfigurationsmenü der Kontaktlinsendatenbank (siehe 7.2.5.2 Seite 74).

Mit Hilfe der Schaltfläche **[Benutzen]** wird die vorgenommene Einstellung für den weiteren Programmablauf benutzt. Beim erneuten Programmstart wird jedoch wieder die vorher gespeicherte Einstellung geladen.

Über die Schaltfläche **[Speichern]** kann die vorgenommene Einstellung gespeichert werden, dann wird diese Einstellung immer nach dem erneuten Programmstart geladen.

Die Schaltfläche **[Abbrechen]** verwirft die vorgenommenen Änderungen und führt zurück.

Die Versionsnummer der Untersuchungssoftware wird rechts unten dargestellt.



7.2.5.1 Systemeinstellungen ändern Schaltfläche [System->]

Hier können die Kommunikationsgeschwindigkeit und der Kommunikationsport eingestellt werden.



- **Modus**
  Der Meßkopf reagiert nur, wenn der Modus auf „Kommunikation" gestellt ist. Wird der Modus jedoch auf „Demomodus" gestellt, kann die Software auch ohne Keratograph verwendet werden.

- **Gerätetyp**
  Hier muß der Gerätetyp des Keratographen eingestellt werden. Man erkennt „Keratograph 2“ daran, daß bei diesem der innere Ring nach dem Einschalten zweimal blinkt.

- **Datentransfer**
  Wird eine entsprechende PC-Karte verwendet, kann die Kommunikations-geschwindigkeit auf 460.800 Baud eingestellt werden. Die normale Einstellung für die Kommunikationsports COM1 oder COM2 beträgt 115.200 Baud.

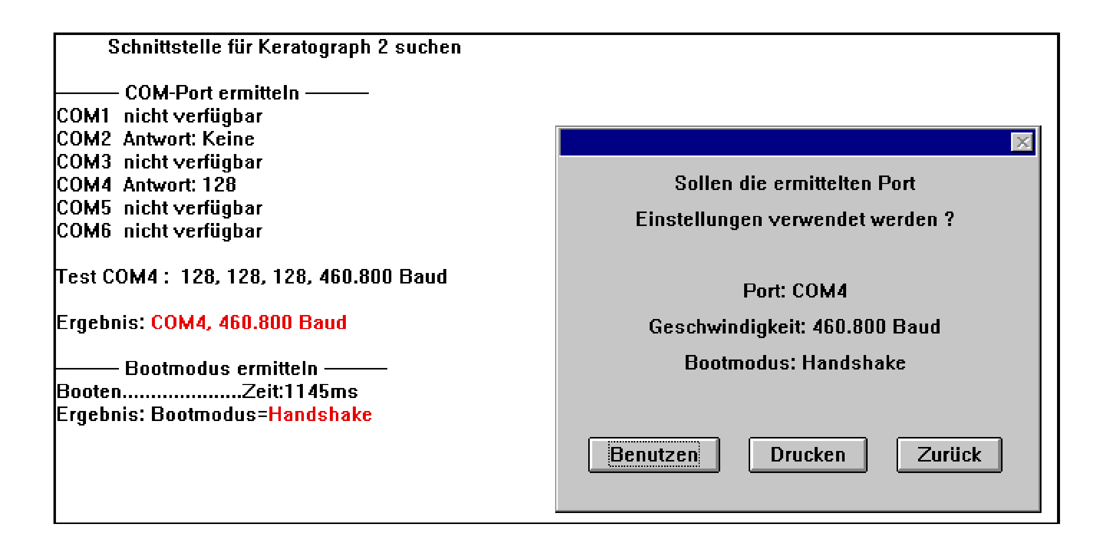
- **Bootmodus**
  „Handshake“: Hier wird beim Booten nach jedem Byte auf eine Bestätigung gewartet und anschließend sofort das nächste Byte gesendet.
  „Synchron (NT)“: Hier wird nach jeder Bestätigung eine konstante Zeitspanne gewartet, bevor das nächste Byte gesendet wird. Diese Einstellung verlangsamt den Bootvorgang (10 Sekunden statt 6 Sekunden), jedoch wird die Übertragungssicherheit erhöht. Der Bootvorgang erfolgt nach dem Einschalten des Keratographen nur einmal. Somit wird nur der erste Programmstart verlangsamt (sofern der Keratograph nicht ausgeschaltet wird). Diese Einstellung muß bei Windows NT immer vorgenommen werden.

- **Datenblockgröße**
  Ab der Softwareversion 1.38 wird bei der Übertragung eine Fehlerkorrektur durchgeführt. Dies ist nötig, da „Pentium 2“ PCs keine stabile Datenübertragung gewährleisten können, besonders wenn Windows™ 98 verwendet wird.
  Zur Fehlerkorrektur werden Daten in Blöcken übertragen, welche bei auftretenden Fehlern nochmals gesendet werden können. Im Fehlerfall reduziert sich daher die Übertragungsgeschwindigkeit. Die Blockgröße kann zwischen 30 und 3000 eingestellt werden. Folgendes sollte man jedoch beachten:
  - Je größer der Block, um so seltener müssen Daten zum Blocktesten übertragen werden; die Übertragung wird daher mit großen Blöcken schneller, wenn wenig Fehler auftreten.
  - Je kleiner der Block, um so weniger Daten müssen im Fehlerfall neu gesendet werden; die Übertragung wird daher bei großer Fehleranzahl schneller.

  Die Funktion **„Anders“** ermöglicht eine beliebige Blockgröße als Zahl zwischen 30 und 3000.

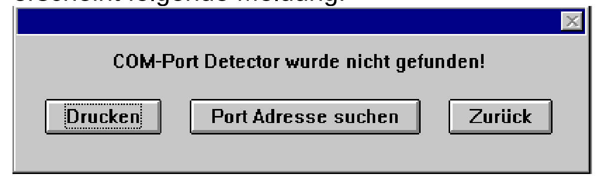
Die Schaltflächen **[Keratograph starten ->]** und **[Kommunikation testen ->]** entsprechen den Funktionen aus dem Hauptmenüpunkt **Sonstiges** (siehe 7.3.2 Seite 87).

Mit Hilfe der Schaltfläche **[Port suchen ->]** kann eine Funktion gestartet werden, die es ermöglicht, die Schnittstelle für „Keratograph 2“ automatisch einzustellen. Hierfür wird allerdings ein „OCULUS COM-Port Detector“ benötigt. Dieser muß zunächst auf die zu verwendende Schnittstelle des PCs aufgesteckt werden, anschließend muß der Schalter **[Port suchen ->]** betätigt werden. Falls die Schnittstelle in der Windows™ Systemsteuerung ordnungsgemäß eingerichtet ist, kann sie nun gefunden werden. Die Baudrate, der COM-Port sowie der Bootmodus dieser Schnittstelle werden nun automatisch ermittelt und angezeigt.
Es werden jedoch nur Schnittstellen von COM1 bis COM6 getestet. Höhere COM-Portnummern (COM7, COM8,...) können nicht gefunden werden.



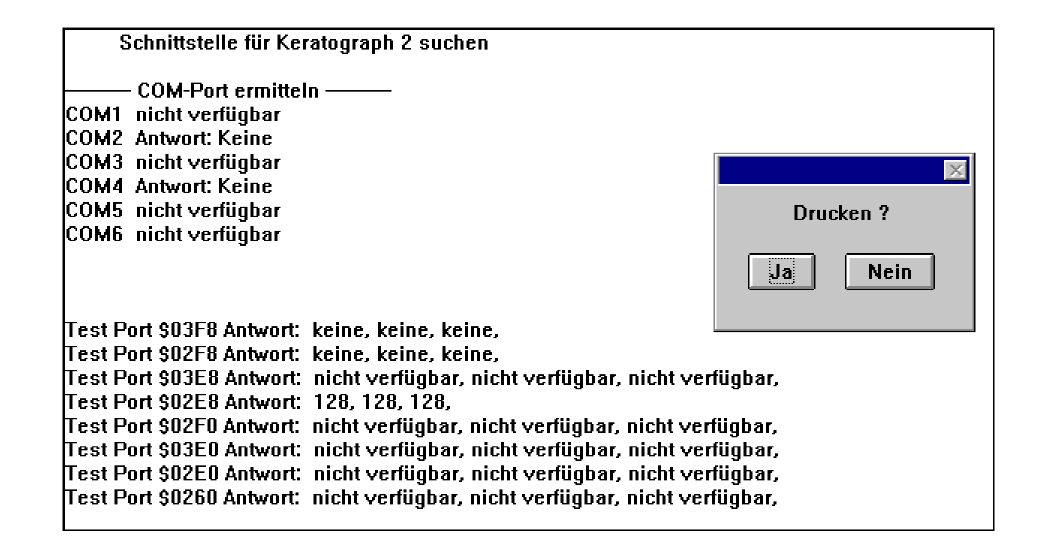
Falls die Schnittstelle erkannt wurde, erscheint die Frage „Sollen die ermittelten Port Einstellungen verwendet werden ?“ (siehe Bild oben). Durch Drücken von **[Benutzen]** werden die gefundenen Einstellungen übernommen.

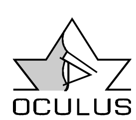
Wenn kein gültiger COM-Port gefunden wurde, erscheint folgende Meldung:



Nun kann durch Drücken des Schalters **[Port Adresse suchen]** versucht werden, die Port-Adresse zu ermitteln. Hierfür werden nun die üblichen COM-Port Adressen nach dem „OCULUS COM-Port Detector“ durchsucht.

Einen gefundenen Port erkennt man an der Antwort. Eine Zahl (siehe Bild unten z.B.: 128) bedeutet, daß eine funktionierende Port-Adresse gefunden wurde. Der gefundene Port kann dann in der Windows™ Systemsteuerung eingestellt werden, um die Schnittstelle ordnungsgemäß zu konfigurieren.





7.2.5.2 Die Kontaktlinsendatenbank

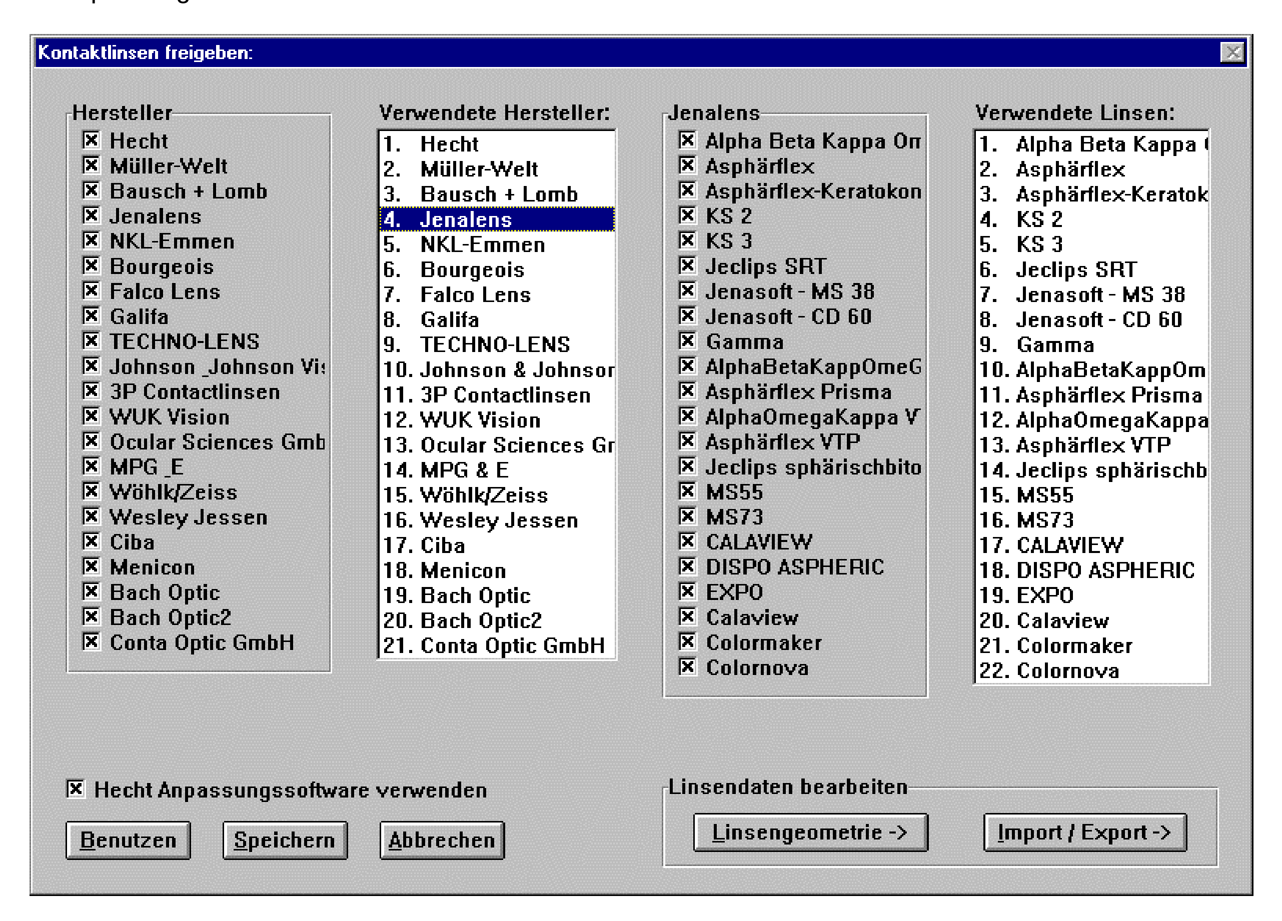
Der Keratograph besitzt eine Kontaktlinsendatenbank, in der die Kontaktlinsenrückflächengeometrien, die zur Kontaktlinsenanpassung verwendet werden, gespeichert sind.

Hier können Sie selbst auswählen, welche Kontaktlinsentypen Sie zur Anpassung verwenden wollen.
Dazu wird das Menü: **„Kontaktlinsen freigeben“** verwendet. Man gelangt in diese Funktion durch Betätigen des Schalters **[Kontaktlinsen ->]** im Menü **„Einstellungen ändern“** (siehe 7.2.4 Seite 71).
Auf der linken Seite im Feld **„Hersteller“** sind alle im PC gespeicherten Kontaktlinsenhersteller aufgelistet.
Rechts daneben, im Feld **„Verwendete Hersteller“,** sind die Hersteller aufgelistet, die zur Anpassung verwendet werden sollen.

Durch Aus- bzw. Einschalten eines Herstellers im linken Feld, wird dieser aus dem rechten Feld entfernt bzw. hinzugefügt.

Die Hersteller werden in der Reihenfolge aufgelistet, in der sie freigegeben wurden (Rangliste). Ein neu freigegebener Hersteller wird immer am Listenende angehängt.
Die Reihenfolge der verwendeten Hersteller (im rechten Feld) bestimmt die Rangliste der Kontaktlinsenvorschläge. Bei ähnlichen Geometrien werden die Kontaktlinsen der weiter oben aufgelisteten Hersteller bevorzugt.

Hinweis ⇨ Um eine eigene Rangliste zu erzeugen, ist es sinnvoll, zunächst alle Hersteller auszuschalten und diese dann in der gewünschten Reihenfolge wieder einzuschalten.



Wird Im Feld **„Verwendete Hersteller“** ein Herstellertyp angeklickt, so werden alle gespeicherten Kontaktlinsen des Hersteller rechts neben dem Feld aufgelistet. Es besteht nun ebenfalls die Möglichkeit, einzelne Linsentypen des Herstellers zu sperren oder freizugeben, bzw. die Rangliste der Linsentypen zu beeinflussen (entsprechend den Herstellern).

Der Schalter **„Hecht Anpassungssoftware verwenden“** ermöglicht, den Schalter **[Hecht KL]** in der Kontaktlinsenanpassung ein- bzw. auszuschalten.

[Speichern] fixiert die soeben eingestellte Kontaktlinsenfreigabe.

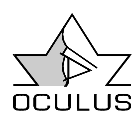
[Benutzen] verwendet die Einstellungen nur für die aktuelle Sitzung.

[Abbrechen] führt zurück, ohne die Veränderungen zu übernehmen.

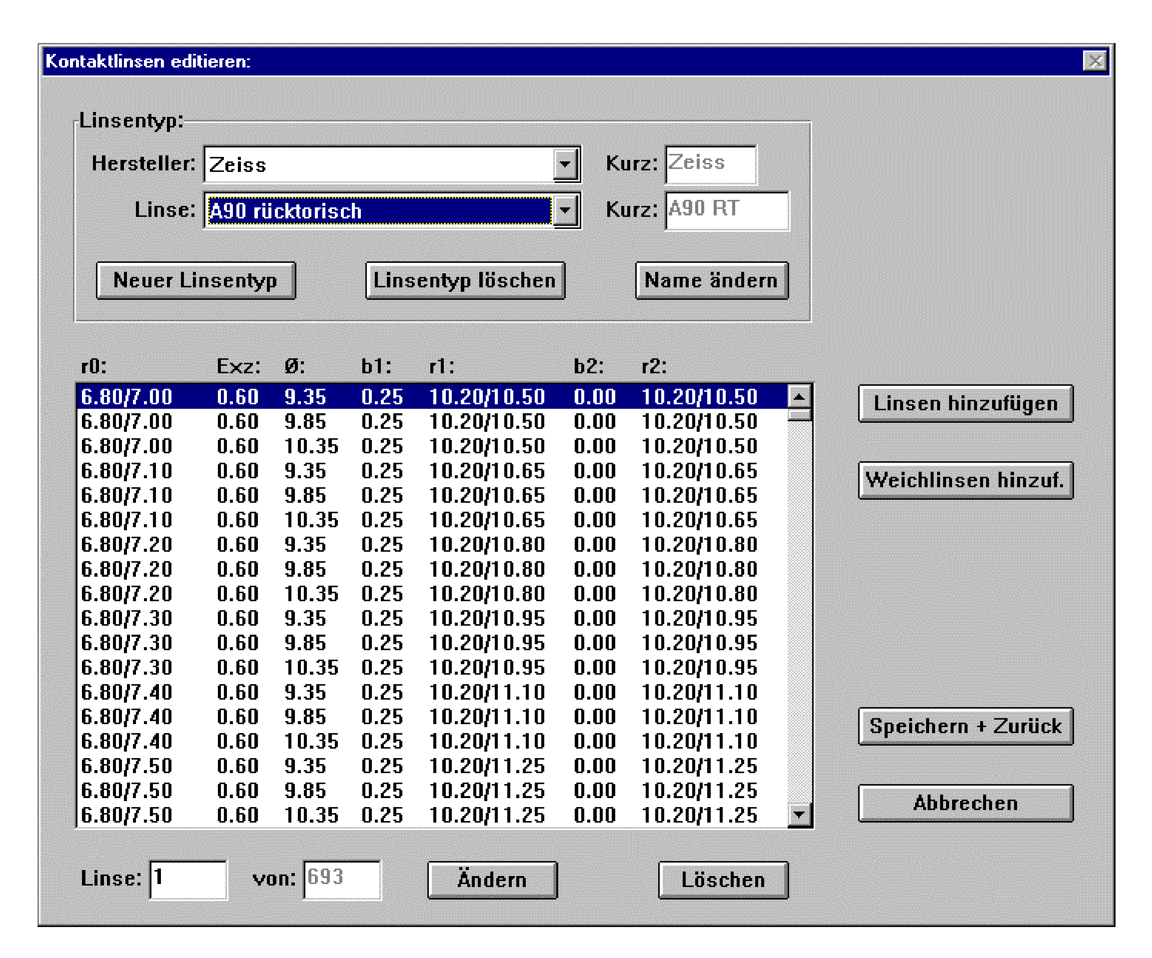
Im Feld **„Linsendaten bearbeiten“** kann die Kontaktlinsendatenbank erweitert werden. Hierfür existieren zwei Schalter:

[Linsengeometrie->] startet ein Modul zur Eingabe neuer Kontaktlinsengeometrien (siehe nächste Seite).

[Import / Export->] ermöglicht, neue Geometrien von Diskette zu laden oder auf Diskette zu speichern (siehe 7.2.5.3.3 Seite 82).



7.2.5.3 Eingabe neuer Kontaktlinsentypen Schaltfläche [Linsengeometrie->]



r0:	Exz:	Ø:	b1:	r1:	b2:	r2:
6.80/7.00	0.60	9.35	0.25	10.20/10.50	0.00	10.20/10.50
6.80/7.00	0.60	9.85	0.25	10.20/10.50	0.00	10.20/10.50
6.80/7.00	0.60	10.35	0.25	10.20/10.50	0.00	10.20/10.50
6.80/7.10	0.60	9.35	0.25	10.20/10.65	0.00	10.20/10.65
6.80/7.10	0.60	9.85	0.25	10.20/10.65	0.00	10.20/10.65
6.80/7.10	0.60	10.35	0.25	10.20/10.65	0.00	10.20/10.65
6.80/7.20	0.60	9.35	0.25	10.20/10.80	0.00	10.20/10.80
6.80/7.20	0.60	9.85	0.25	10.20/10.80	0.00	10.20/10.80
6.80/7.20	0.60	10.35	0.25	10.20/10.80	0.00	10.20/10.80
6.80/7.30	0.60	9.35	0.25	10.20/10.95	0.00	10.20/10.95
6.80/7.30	0.60	9.85	0.25	10.20/10.95	0.00	10.20/10.95
6.80/7.30	0.60	10.35	0.25	10.20/10.95	0.00	10.20/10.95
6.80/7.40	0.60	9.35	0.25	10.20/11.10	0.00	10.20/11.10
6.80/7.40	0.60	9.85	0.25	10.20/11.10	0.00	10.20/11.10
6.80/7.40	0.60	10.35	0.25	10.20/11.10	0.00	10.20/11.10
6.80/7.50	0.60	9.35	0.25	10.20/11.25	0.00	10.20/11.25
6.80/7.50	0.60	9.85	0.25	10.20/11.25	0.00	10.20/11.25
6.80/7.50	0.60	10.35	0.25	10.20/11.25	0.00	10.20/11.25

In diesem Fenster können die Kontaktlinsengeometrien der gespeicherten Linsen angezeigt und ergänzt werden.

Nach der Wahl des Herstellers und des Linsentyps (im Feld „Linsentyp“) werden alle Kontaktlinsen dieses Typs aufgelistet. Die Bezeichnungen und Kurzbezeichnungen von Hersteller und Linsentyp werden ebenfalls angezeigt.

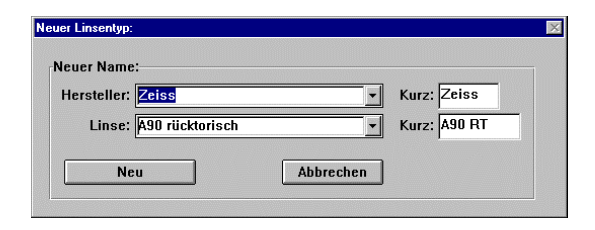
Es besteht die Möglichkeit, mit

[Neuer Linsentyp] einen neuen Linsentyp zu erzeugen, mit

[Linsentyp löschen] einen bestehenden Linsentyp inklusive der Kontaktlinsendaten zu löschen,

oder mit **[Name ändern]** den Namen eines Linsentyps zu ändern.

- **Neuer Linsentyp:**
  Wird der Schalter **[Neuer Linsentyp]** betätigt, erscheint folgendes Fenster:



  Hier kann der Name des Herstellers sowie des Linsentyps eingegeben werden (Falls es sich um einen bereits gespeicherten Hersteller handelt, kann der Name des Herstellers auch aus der Liste ausgewählt werden).
  Die entsprechenden Kurzbezeichnungen müssen ebenfalls eingegeben werden. Die Kurzbezeichnungen werden in der Vorschlagsliste der Kontaktlinsenanpassung verwendet, da hier nur begrenzt Platz zur Verfügung steht.
  Sind alle Bezeichnungen eingegeben, kann der neue Linsentyp durch Betätigen von **[Neu]** erzeugt werden. Der neue Linsentyp wird nun im Hauptfenster angezeigt, es sind aber noch keine Kontaktlinsendaten vorhanden.

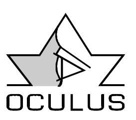
- **Linsentyp löschen:**
  Der eingestellte Kontaktlinsentyp inklusive der darin enthaltenen Kontaktlinsendaten kann durch Betätigen des Schalters **[Linsentyp löschen]** gelöscht werden. Wenn der Linsentyp der letzte eines Herstellers war, wird auch der Hersteller gelöscht.

- **Name ändern:**
  Der Name eines Kontaktlinsentyps bzw. Herstellers (sowie die Kurzbezeichnungen) können durch Betätigen des Schalters **[Name ändern]** verändert werden. Hierfür erscheint ein neues Eingabefeld. Wird nach der Eingabe der neuen Daten der Schalter **[Ändern]** betätigt, dann werden die Änderungen durchgeführt.

Einzelne Linsen können, nachdem diese in der Liste ausgewählt wurden, bearbeitet werden. Mit Hilfe des Schalters **[Ändern]** können die Daten einer Linse verändert werden. Der Schalter **[Löschen]** löscht eine zuvor ausgewählte Linse.

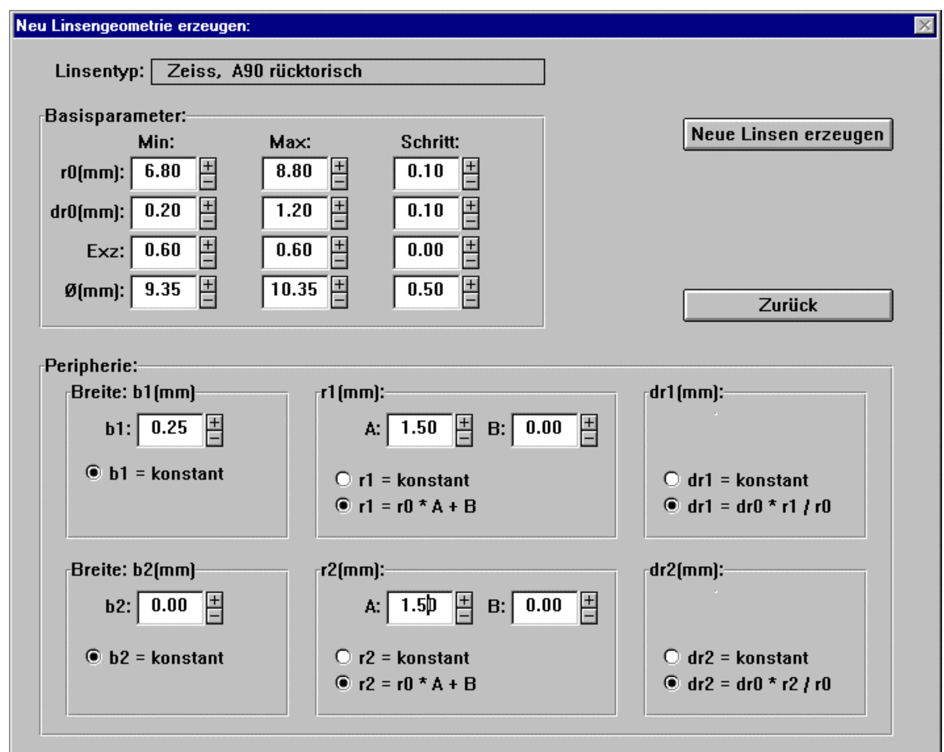
Es gibt zwei Programme, um Serien von Kontaktlinsendaten zu erzeugen:
Der Schalter **[Linsen hinzufügen]** dient zum Erzeugen von formstabilen Kontaktlinsengeometrien (siehe nächste Seite),
der Schalter **[Weichlinsen hinzuf.]** dient zum Erzeugen von Weichlinsengeometrien (siehe 7.2.5.3.2 Seite 81).

Der Schalter **[Speichern + Zurück]** speichert die vorgenommenen Änderungen und führt zurück zur Kontaktlinsenfreigabe.
Der Schalter **[Abbrechen]** übernimmt keine der Änderungen und führt ebenfalls zurück zur Kontaktlinsenfreigabe.



7.2.5.3.1 Erzeugen von Kontaktlinsengeometrien (formstabil)

Durch Betätigen des Schalters **[Linsen hinzufügen]** erhält man folgendes Eingabemenü:



Eine neue Kontaktlinsenserie kann erzeugt werden, indem die Geometriedaten der Kontaktlinsenserie mit Minimalwert / Maximalwert und Schrittweiten eingegeben werden. Folgende Daten müssen definiert werden:

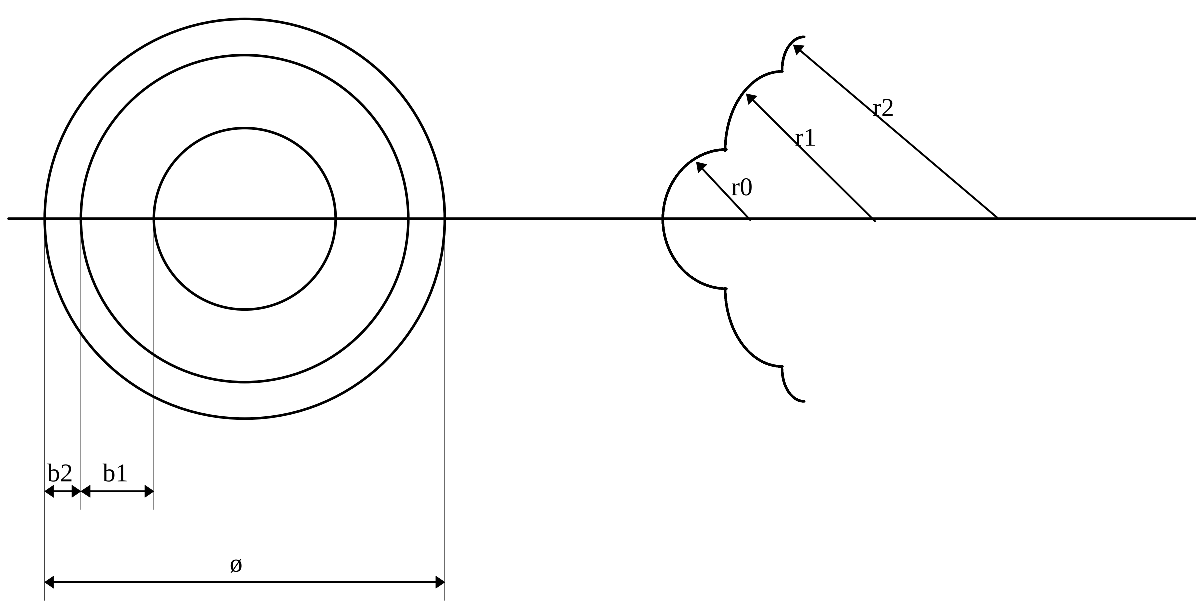
1. Basisparameter

- **r0**: Der Krümmungsradius der Kontaktlinse im Zentrum (bei torischen Linsen steiler Meridian).
- **dr0**: Der Krümmungsunterschied der Hauptschnitte im Zentrum (für torische Linsen, bei rotationssymmetrischen ist dieser Wert = 0).
- **Exz**: Die Exzentrizität der Kontaktlinse (für asphärische Linsen, bei sphärischen Linsen ist dieser Wert = 0).
- Æ: Der Gesamtdurchmesser der Kontaktlinse.

Beispiel:

	Sphäre			Torische Linse			Asphäre		
	Min:	Max:	Schritt:	Min:	Max:	Schritt:	Min:	Max:	Schritt:
r0	7.20	9.60	0.10	7.20	9.60	0.10	7.20	9.60	0.10
dr0	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	0.10	0.00	0.00	0.00
Exz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.00	0.10
ø	9.30	10.30	0.50	9.30	10.30	0.50	9.30	10.30	0.50

2. Die Peripherie



Nachdem die Basisparameter definiert wurden, muß auch die Peripherie der Kontaktlinsen angegeben werden. Es können zwei periphere Zonen mit jeweils drei Parametern angegeben werden:

- b1: Breite der Zone 1
- r1: Krümmung der Zone 1
- dr1: Der Krümmungsunterschied in den Hauptschnitten (für torische Linsen)

- b2: Breite der Zone 2
- r2: Krümmung der Zone 2
- dr2: Der Krümmungsunterschied in den Hauptschnitten (für torische Linsen)

Mit Hilfe dieser Parameter lassen sich Mehrkurvenlinsen und Bevel definieren.

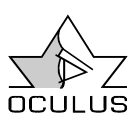
Ist die Krümmung einer Zone in der gesamten Serie konstant, kann diese eingegeben werden, wenn der Schalter „**r1=konstant**“ bzw. „**r2=konstant**“ eingeschaltet wird.

Falls die Krümmung der Zonen nicht konstant ist, sondern abhängig von dem Zentralradius, kann dies über die Formel: **r1=r0*A+B** definiert werden. Wird diese Formel angeklickt, dann können die Parameter A und B eingegeben werden.

Hier kann z.B. definiert werden, daß die Krümmung einer Randzone immer 0.8 mm größer als der Zentralradius ist (A=1 / B=0.8), oder immer das 1.5-fache des Zentralradius (A=1.5 / B=0) beträgt.

Falls torische Linsen definiert werden sollen, sollte der Schalter „**dr1=dr0*r1/r0**“ und „**dr2=dr0*r2/r0**“ eingeschaltet werden. Dies bewirkt, daß das Verhältnis der Zentralradien auf die Peripherie übertragen wird.

<u>Wird die zweite Zone nicht verwendet, muß der Wert b2 auf Null gesetzt werden. Die restlichen Parameter müssen jedoch so eingestellt werden, wie die Parameter der 1. Zone. Der Wert b1 darf nicht auf Null gesetzt werden.</u>



- **Beispiel: Rotationssymmetrische Linse mit Bevel (0.8 mm größer als Zentralradien)**

b1=konstant	b1=0.25	
r1=r0*A+B	A=1.00	B=0.80
dr1=konstant		
dr1=0		
b2=konstant	b2=0.00	
r2=r0*A+B	A=1.00	B=0.80
dr2=konstant		
dr2=0		

- **Beispiel: Rotationssymmetrische Linse mit Bevel (1.5-fache des Zentralradius)**

b1=konstant	b1=0.25	
r1=r0*A+B	A=1.50	B=0.00
dr1=konstant		
dr1=0		
b2=konstant	b2=0.00	
r2=r0*A+B	A=1.50	B=0.00
dr2=konstant		
dr2=0		

- **Beispiel: 3-Kurvenlinse**

b1=konstant	b1=0.40	
r1=r0*A+B	A=1.20	B=0.00
dr1=konstant		
dr1=0		
b2=konstant	b2=0.40	
r2=r0*A+B	A=1.50	B=0.00
dr2=konstant		
dr2=0		

- **Beispiel: Torische Linse mit Bevel**

b1=konstant	b1=0.25	
r1=r0*A+B	A=1.50	B=0.00
dr1=dr0*r1/r0		
b2=konstant	b2=0.00	
r2=r0*A+B	A=1.50	B=0.00
dr2=konstant		
dr2=0		

Nach Betätigen des Schalters **[Neue Linsen erzeugen]** wird die vorher definierte Serie Kontaktlinsendaten erzeugt und die Funktion beendet.

Es können innerhalb eines Linsentyps mehrere Serien erzeugt werden.
Die Schaltfläche **[Zurück]** beendet die Funktion, ohne eine Serie zu erzeugen.

7.2.5.3.2 Erzeugen von Weichlinsengeometrien

Durch Betätigen des Schalters **[Weichlinsen hinzuf.]** (siehe 7.2.5.3 Seite 76) erscheint folgende Bildschirmmaske:

Neu Weichlinsengeometrie erzeugen:

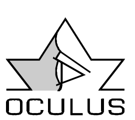
Linsentyp: Zeiss, Weflex 55

Basisparameter:

	Min:	Max:	Schritt:
r0(mm):	8.10	9.60	0.30
dr0(mm):	0.00	0.00	0.00
Ø(mm):	13.70	14.30	0.00

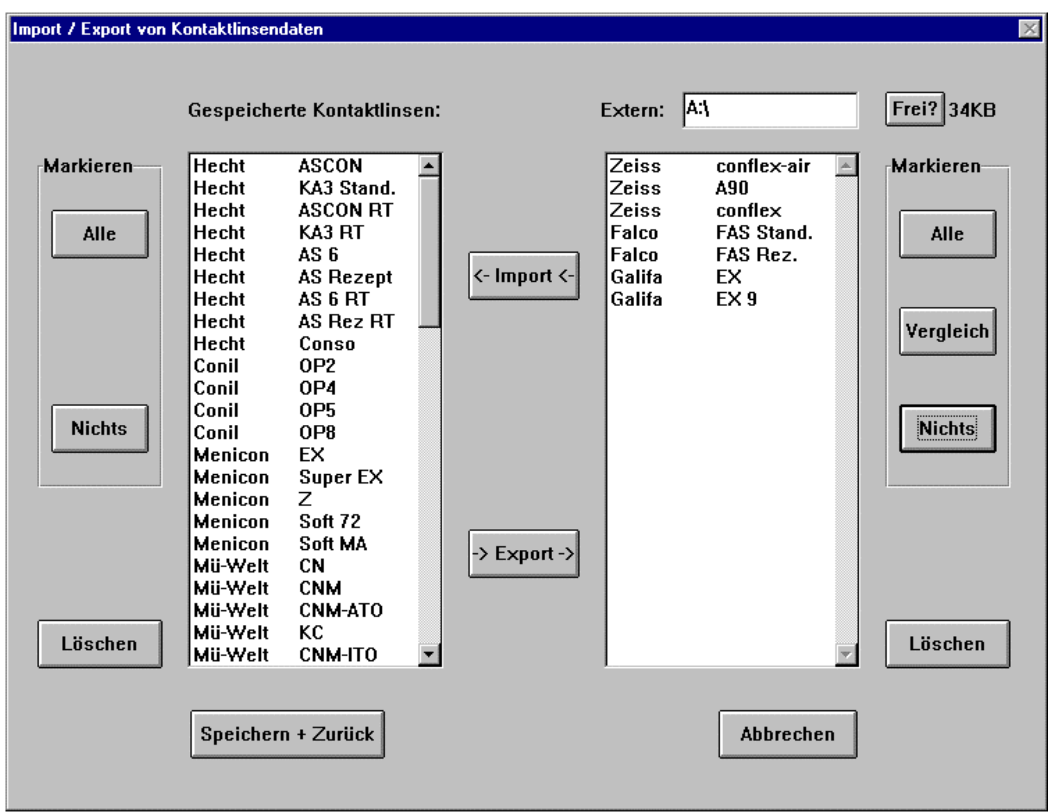
Neue Linsen erzeugen   Zurück

Die Erzeugung von Weichlinsengeometrien entspricht der Erzeugung von formstabilen Geometriedaten. Es müssen aber weniger Parameter angegeben werden.



7.2.5.3.3 Import und Export von Kontaktlinsendaten

Nachdem eine Diskette eingelegt wurde und der Schalter **[Import / Export->]** im Menü **„Kontaktlinsen freigeben“** (siehe 7.2.5.2 Seite 74) betätigt wird, erscheint folgende Bildschirmmaske:

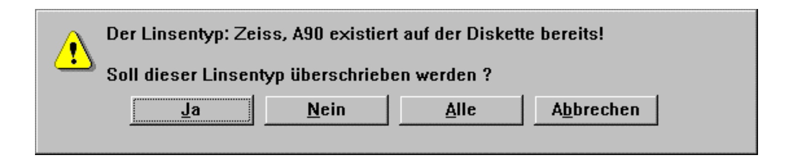


Hier sind nun zwei Listen dargestellt:

Links die Liste der bereits im PC gespeicherten Kontaktlinsentypen, rechts die Liste der auf der Diskette gespeicherten Kontaktlinsentypen. Für den Export bzw. Import können in diesen Listen mehrere Kontaktlinsentypen markiert werden.

- **Export**
  Um Kontaktlinsentypen auf Diskette zu exportieren, müssen zunächst die entsprechenden Typen der im PC gespeicherten Kontaktlinsendaten (linke Spalte) markiert werden. Anschließend muß der Schalter **[-> Export ->]** betätigt werden, um die Kontaktlinsendaten auf die Diskette zu kopieren.

  Falls eine oder mehrere Kontaktlinsentypen bereits auf der Diskette gespeichert sind, erscheint z.B. folgende Frage:



Folgende Antworten sind möglich:

[Ja] Dieser Linsentyp wird überschrieben.

[Nein] Dieser Linsentyp wird nicht über schrieben.

[Alle] Alle angeklickten Linsentypen auf der Diskette werden ohne Warnmeldung überschrieben.

[Abbrechen] Die Funktion wird abgebrochen.

Hinweis ⇨ Falls mehr Daten exportiert werden sollen, als auf die Diskette passen, werden zunächst nur so viele Daten exportiert, wie möglich sind. Daraufhin werden Sie aufgefordert, eine weitere Diskette einzulegen.

- **Import**
  Um Kontaktlinsendaten einzulesen, müssen diese zunächst auf der rechten Seite markiert und anschließend der Schalter **[<- Import <-]** betätigt werden. Der weitere Ablauf entspricht dann der Exportfunktion.

- **Markieren**
  Im Feld **„Markieren“** rechts neben der Linsentypliste der Diskette können die Markierungsfunktionen aufgerufen werden:

  [Alle] Alle Kontaktlinsentypen der Liste werden markiert.

  [Vergleich] Die beiden Listen werden verglichen, es werden nur die noch fehlenden Kontaktlinsentypen markiert.

  [Nichts] Kein Kontaktlinsentyp wird markiert.

  Das Feld **„Markieren“** auf der linken Seite funktioniert in gleicher Weise, es bezieht sich jedoch auf die bereits im PC gespeicherten Kontaktlinsen.

  Mit Hilfe der Schalter **[Löschen]** können markierte Kontaktlinsentypen der entsprechenden Liste gelöscht werden.

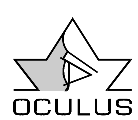
- **„Extern“, „Frei?“**
  Im Feld **„Extern:“** wird der Pfad angezeigt, in dem die Kontaktlinsen gespeichert werden, **(A:\)**.
  Hier können auch bestehende Unterverzeichnisse der Diskette angegeben werden. Weiterhin kann durch Eingabe von **C:** eine Sicherheitskopie der Kontaktlinsendatenbank erstellt werden.
  Der Schalter **[Frei?]** dient zum erneuten Einlesen der Diskettendaten (nach Diskettenwechsel), sowie zur Ermittlung des freien Speicherplatzes auf der Diskette.

Die Änderungen auf der Diskette werden immer unmittelbar durchgeführt.
Die Änderungen in der PC-Datenbank werden jedoch erst nach Betätigen des Schalters **[Speichern + Zurück]** wirksam.
Wird im Gegensatz dazu der Schalter **[Abbrechen]** betätigt, werden die Veränderungen in der PC-Datenbank nicht übernommen.

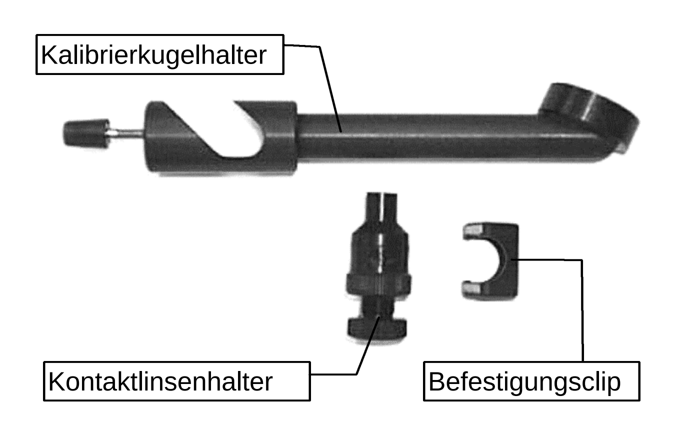
- **Update**
  Um ein Update der Kontaktlinsendatenbank von Diskette durchzuführen, sollte folgendermaßen verfahren werden:

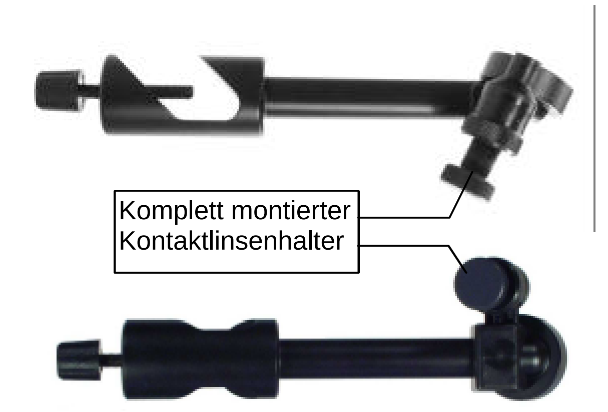
  - Funktion: **„Kontaktlinsen freigeben“** starten (siehe 7.2.5.2 Seite 74)
  - Diskette einlegen
  - **[Import / Export ->]** betätigen
  - **[Vergleich]** betätigen
  - **[<- Import <-]** betätigen
  - **[Speichern und Zurück]** betätigen

  Nun sind die neuen Kontaktlinsendaten eingelesen und bereits freigegeben worden.



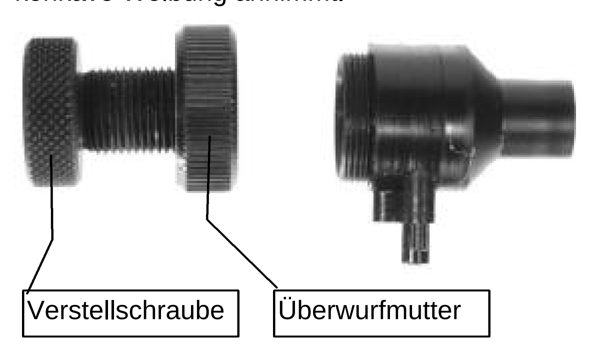
7.2.6 Messen von Kontaktlinsenrückflächen





Das Messen von Kontaktlinsenrückflächen funktioniert ähnlich wie das Messen von Hornhäuten, jedoch muß die Kontaktlinse zum Vermessen im Kontaktlinsenhalter befestigt werden.
Hierfür muß vor der ersten Messung der Befestigungsclip an den Kalibrierkugelhalter geklebt werden. Der Kontaktlinsenhalter kann dann auf den Befestigungsclip gesteckt werden.

Der Kontaktlinsenhalter muß zunächst mit Wasser gefüllt werden: Kontaktlinsenhalter öffnen (Überwurfmutter abschrauben), Wasser einfüllen und den Halter mit Hilfe der Überwurfmutter wieder schließen, so daß möglichst wenig Luft mit eingeschlossen wird. Nun den Kontaktlinsenhalter mit der Verstellschraube nach unten halten, die Schraube weiter in den Halter schrauben, bis der obere Teil des Kontaktlinsenhalters komplett mit Wasser benetzt ist. Anschließend die Verstellschraube wieder herausdrehen, bis die Wasseroberfläche eine leicht konkave Wölbung annimmt.



Die Kontaktlinsenrückfläche wird trocken vermessen. Die zu messende Kontaktlinse muß daher zunächst mit einem weichen Tuch getrocknet und gereinigt werden. Insbesondere auf der konkaven Innenfläche sollten sich keine Feuchtigkeit, Staubreste bzw. Fingerabdrücke befinden.
Nun die Kontaktlinse zwischen Daumen und Zeigefinger nehmen und vorsichtig auf die Wasseroberfläche des Kontaktlinsenhalters legen. Anschließend muß die Verstellschraube des Kontaktlinsenhalters herausgedreht werden, bis die Kontaktlinse fest im Halter sitzt. Hierbei dürfen keine Luftblasen unter der Kontaktlinse entstehen. Außerdem darf kein Wasser auf die zu messende Rückfläche gelangen.
Der Kalibrierkugelhalter muß nun an die Kinnstütze geschraubt werden und der Kontaktlinsenhalter auf den Befestigungsclip gesteckt werden. Der Befestigungsarm muß so ausgerichtet werden, daß die optischen Achsen der Kontaktlinse und des Keratographen in etwa übereinstimmen.

Um die Software für die Rückflächenvermessung zu nutzen, muß zunächst im Menü **„Einstellungen“** der Untersuchungssoftware der Schalter **„Rückflächenvermess.“** auf **„An“** geschaltet werden. Nun erscheint ein neues Menü in der Menüleiste: **KL-Test** in diesem Menü befindet sich der Aufruf **„Rückflächenvermessung“**.
Zur Messung der Kontaktlinse kann nun die Untersuchungssoftware gestartet werden. Der Menüpunkt: **„KL-Test" / "Rückflächenvermessung“** muß hierfür aufgerufen werden. Es erscheint die Frage: **„Vermessung von Kontaktlinsenrückflächen. Für welches Auge wird die Kontaktlinse verwendet ?“**. Nach der Auswahl (rechts/links) startet der Meßvorgang.
Die Messung verläuft nun genauso wie das Messen von Augen: Bild scharf stellen, Ausrichtung des Keratographen korrigieren, Messung auslösen.

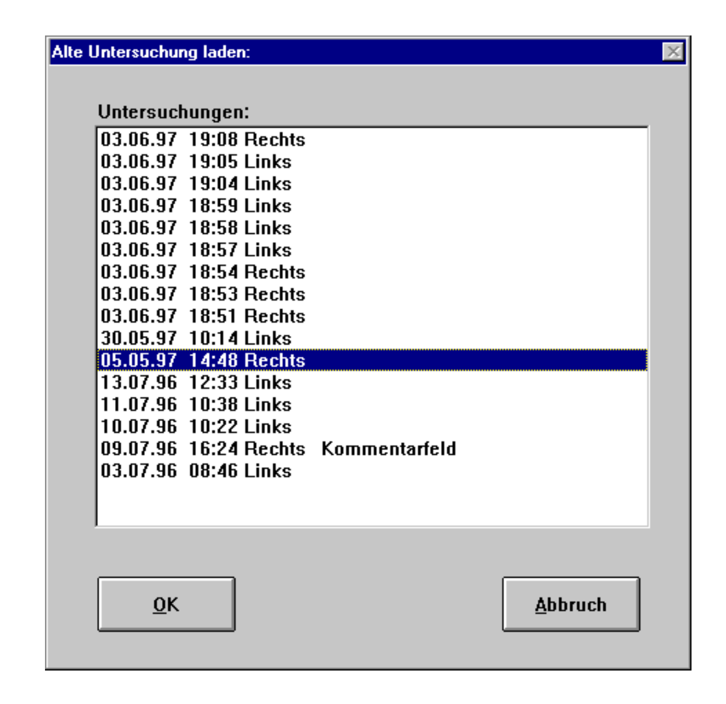
Die Software berechnet nun die Krümmungsverhältnisse der Kontaktlinse und stellt die Ergebnisse auf dem Bildschirm dar. Es sind alle Darstellungsarten möglich, die auch bei Hornhautoberflächen möglich sind (3D-Darstellung, Fourier Analyse,...).

7.2.7 Weitere Funktionen des Untersuchungsprogramms

7.2.7.1 Laden alter Untersuchungen

Die gespeicherten Untersuchungen des ausgewählten Patienten können mit Hilfe der Funktion **„Alte Messung laden“** im Menü **„Untersuchung“** (siehe 7.2 Seite 19) wieder geladen werden. Die Auswahl erfolgt über die dargestellte Liste der Untersuchungen: Gewünschte Untersuchung anklicken, mit **[OK]** betätigen (Ein Doppelklick auf eine angezeigte Untersuchung lädt diese ebenfalls).

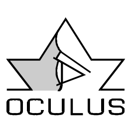
In der Untersuchungsliste wird neben Datum, Uhrzeit und Auge auch der Kommentar angezeigt. (Kommentar eingeben siehe 7.2.2.1 Seite 24)



7.2.7.2 Drucken

Die Menüfunktion **„Drucken**“ ermöglicht den momentanen Bildschirminhalt mit dem Drucker auszudrucken. Somit sind alle wählbaren Darstellungen auch ausdruckbar.
Während des Druckens kann mit dem Programm weitergearbeitet werden, da das Drucken im Hintergrund abläuft.

Wenn der Schalter „Drucken Hintergrund“ auf „Weiß“ gestellt ist (siehe 7.2.4 Seite 71), wird zunächst der sonst graue Bildschirmhintergrund weiß dargestellt, um den Druckvorgang zu beschleunigen bzw. um Drucktinte zu sparen.



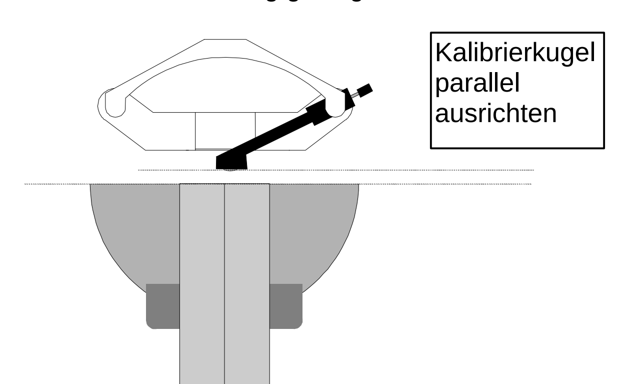
7.3 Das Meßsystem des Keratographen

7.3.1 Kalibrieren des Meßsystems

Um eine hohe Meßgenauigkeit zu erreichen, muß der Keratograph vor der ersten Untersuchung eines Patienten kalibriert werden. Diese Kalibrierung muß zur Aufrechterhaltung der Genauigkeit etwa einmal pro Monat (Herstellerempfehlung) durchgeführt werden.

Diese Maßnahme ist einfach und schnell mit Hilfe der mitgelieferten Kalibrierkugel möglich (r=8,000mm). Der Keratograph muß jedoch vor der Messung ca. 15 Minuten eingeschaltet gewesen sein.

Befestigen Sie die mitgelieferte Kalibrierkugel so, wie auf der Abbildung gezeigt.



- Die Kugel vor dem Kalibrieren gut reinigen (z.B. mit Alkohol).
- Kugelhalter an der Kinn-Stirn-Stütze befestigen.
- Mit der Kalibrierkugel eine Messung durchführen (siehe 7.2.1 Seite 20).
- Nach der Messung die Funktion **„Kalibriertabelle speichern**“ im Menü **„Sonstiges“** aufrufen.
- Die Frage **„Kalibriertabelle speichern“** mit **[OK]** beantworten.

Das System ist nun neu kalibriert.

Hinweis ⇨ Erscheint die Fehlermeldung: **„Kalibrierkugel wurde nicht vollständig gemessen!“**, dann muß die Kugel noch einmal sorgfältig gereinigt und eine erneute Messung durchgeführt werden.

7.3.2 Sonstige Funktionen

Im Menü **„Sonstiges**“ sind folgende Servicefunktionen enthalten:

- **Keratograph starten:**
  Falls die Kommunikation zwischen Keratograph und PC gestört ist, muß der Keratograph neu gestartet werden. Hierfür muß diese Funktion aufgerufen werden.

  Es erscheint die Meldung **„Keratograph einschalten“.**

  Der Keratograph muß, um neu gestartet zu werden, erst aus- und wieder eingeschaltet werden. Danach muß die Meldung mit **[OK]** bestätigt werden, um den Datentransfer vom PC zum Keratographen zu starten. (Diese Funktion wird auch bei jeder Inbetriebnahme des Untersuchungsprogramms im Hintergrund durchgeführt.)

- **Kommunikation testen:**
  Die Kommunikation des PCs mit dem Keratographen wird getestet.
  Wird der „Keratograph 2“ verwendet, ermittelt die Funktion den Fehlerstatus des PCs. Hierbei werden die Anzahl der korrigierten Datenblöcke, sowie die Anzahl der übertragenen Daten angezeigt. Aus diesen Werten wird die Fehlerrate (Fehler pro Minute) sowie die empfohlene Datenblockgröße ermittelt und angezeigt. Zur Kontrolle des Datenstromes erscheint zusätzlich noch das Kamerabild.

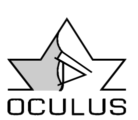
  In der unteren Zeile wird der Kommunikationsstatus angezeigt:

  - **Kommunikation OK**
    Fehlerkorrektur nur sehr selten nötig, Datentransfer sicher.
  - **Kommunikation problematisch**
    Fehler treten häufig auf, konnten jedoch bisher immer korrigiert werden.
  - **Kommunikation sehr problematisch**
    Fehler treten sehr häufig auf und sind auch nach mehrfachen Korrekturversuch nicht immer zu beheben. Verwenden Sie unbedingt eine geringere Blockgröße.

  Durch Bestätigen der Schaltfläche **[Beenden]** wird der Kommunikationstest beendet.

- **Shutter setzen:**
  Hier kann die Belichtungszeit der elektronischen CCD-Kamera des Keratographen eingestellt werden.

- **Ports setzen:**
  Diese Funktion ermöglicht, die Ringbeleuchtung, die Keratometertestmarken, die Infrarotbeleuchtung, sowie den Blendring ein- bzw. auszuschalten.



8 Instandhaltung

8.1 Pflege und Reinigung



Vor jeder Reinigung Netzstecker ziehen!

Gehäuse

Keine aggressiven, Chlor- oder Lösungs-mittelhaltigen, schleifenden oder scharfen Reinigungsmittel verwenden!

Die Gehäuseflächen am besten mit einem weichen Tuch und einem antistatischen Reinigungsmittel reinigen.

Ansonsten die Außenflächen feucht abwischen. Eventuelle Rückstände mit einer Mischung aus gleichen Teilen Spiritus und destilliertem Wasser, dem ein Spritzer eines handelsüblichen Spülmittels zugesetzt wurde, abwischen.

Ringkalotte

Die Ringkalotte ist ein Präzisionsteil und druckempfindlich. Ihre Oberfläche ist empfindlich gegen Verkratzen.

Die Oberfläche der Ringkalotte daher besonders vorsichtig säubern.
Verwenden Sie ein fusselfreies, trockenes Tuch. Dabei jedoch unbedingt darauf achten, daß kein Staub in die kleinen Bohrungen gelangt.

Falls erforderlich, kann auch mit einem sehr wenig angefeuchteten Tuch vorsichtig gereinigt werden.

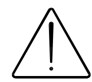
8.2 Behebung von Fehlern und Störungen

8.2.1 Austauschen der Sicherungen



Vor dem Austauschen der Sicherungen Netzstecker ziehen!

Die zwei Gerätesicherungen befinden sich in einem kleinen Sicherungseinschub, der in der Netzeingangsbuchse integriert ist.
Zum Öffnen des Einschubs die Nase auf seiner Oberseite betätigen und das Einschubteil herausziehen.



Verwenden Sie als Ersatz nur den Sicherungstyp, der auf dem Typenschild angegeben ist.

Zum Einsetzen den Einschub soweit in seinen Sitz eindrücken, bis die Nase des Einschubs wieder einrastet.

8.2.2 Fehlersuche



Stecken Sie keine Kabel ein oder aus, während der PC oder der Keratograph eingeschaltet sind!

Wenn ein Fehler auftritt, den Sie anhand der folgenden Hinweisen nicht beheben können, kennzeichnen Sie das Gerät als nicht funktionstüchtig und verständigen Sie unseren Service.

FEHLER: Nach dem Starten der Untersuchungs-Software zeigt der PC: **„Keine Kommunikation mit dem Keratographen“**

- Für Keratograph C (d.h. mit eingebautem PC und Netzteil):
  Prüfen Sie bitte ob beide Schalter auf eingeschaltet sind. Falls nicht, schalten Sie beide ein, und starten Sie den PC erneut.

- Für Geräte mit externem Netzteil:
  Prüfen Sie bitte ob die Kontrollampe am Netzteil leuchtet, falls nicht versehen Sie das Netzteil mit Spannung und schalten Sie es ein.

Prüfen Sie nun die Fixations-LED im Zentrum der Ringkalotte (gehen Sie mit den Augen ganz nah an das Gerät, um dieses zu prüfen):

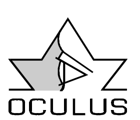
- Wenn die Fixations-LED nicht leuchtet, hat der Keratograph vermutlich noch immer keine Spannung. Schalten Sie nun PC und Keratograph wieder aus, und prüfen Sie, ob das Kabel zwischen Keratograph und Stromversorgung richtig eingesteckt ist. **Achtung! Dieses Kabel darf nicht in eingeschaltetem Zustand ein oder ausgesteckt werden, dies kann die Kamera des Keratographen zerstören!**

- Falls die Fixations-LED jedoch leuchtet, war vermutlich die Einschalt-Reihenfolge nicht korrekt:
  - Schalten Sie PC und Keratograph am Netzschalter aus.
  - Warten Sie 5 Sekunden.
  - Schalten Sie den PC ein und dann den Keratographen.
  - Starten Sie die Untersuchungs-Software.

  Wenn immer noch **„Keine Kommunikation mit dem Keratographen“** angezeigt wird, war die Einschalt-Reihenfolge nicht das Problem.

Überprüfen Sie die Einstellungen der seriellen Schnittstelle:

- Starten Sie die Untersuchungs-Software und beantworten Sie die Fehlermeldung **„Keine Kommunikation mit dem Keratographen“** durch Drücken des **[OK]** - Tastenfeldes.



- Wählen Sie **Einstellungen / [System]** und prüfen Sie die System-Einstellungen (siehe auch 7.2.5.1 Seite 72):

  Wenn Sie eine serielle Turbo-Schnittstellenkarte benutzen, muß die Übertragungsrate 460800 Baud sein, der Port ist COM3 (OCULUS-Vorschlag).
  Wenn Sie eine Standard-serielle Schnittstellenkarte benutzen, muß die Übertragungsrate 115200 Baud sein, der Port ist COM1 (Vorschlag).

Sollten Sie die Einstellungen geändert haben, müssen diese gespeichert werden, indem Sie das **[Speichern]**-Tastenfeld drücken, bevor Sie das Einstellungsmenü verlassen.

Vergewissern Sie sich, daß der Port, den Sie im Einstellungsmenü gewählt haben, beim PC frei ist und mit der Keratograph-Stromversorgung verbunden ist.

Um zu überprüfen, ob die Kommunikation nun OK ist, müssen Sie die Untersuchungssoftware und die Patientendaten-Verwaltungssoftware verlassen. Danach schalten Sie den PC und die Keratograph-Stromversorgung aus und starten beide noch einmal).

FEHLER: Die Meßsoftware startet nicht

Starten Sie die Untersuchungs-Software. Wählen Sie **„Untersuchung“ / „Neue Untersuchung starten“.**

Wenn die Software nur ein Bild der Untersuchungs-Prozedur zeigt und die Untersuchungs-Prozedur selbst nicht gestartet wird, ist die Software auf den Demomodus geschaltet.

Um sie auf normalen Ablauf zu schalten, öffnen Sie das **„Einstellungs“-**Menü und aktivieren Sie **[System]** (siehe 7.2.4 Seite 71), um zum Datenübertragungsfeld zu gelangen. Dort muß **„Modus“** auf **„Kommunikation“** gestellt sein. Drücken Sie danach die **[Speichern]** -Taste, um das Einstellungs-Menü zu verlassen.
Schalten Sie den PC und die Keratograph-Stromversorgung ab und starten Sie das System noch einmal.

FEHLER: Die Meßergebnisse entsprechen nicht den Erwartungen

Das System muß neu kalibriert werden. Die Kalibrierung des Keratographen ist im PC gespeichert. Falls Sie den PC tauschen, müssen Sie das System ebenfalls neu kalibrieren. (siehe 7.3.1 Seite 86).

9 Garantiebestimmungen und Service

9.1 Garantiebestimmungen

Mit diesem Gerät haben Sie ein OCULUS-Produkt hoher Qualität erworben. Das Gerät wurde mit Sorgfalt und unter Verwendung hochwertiger Materialien und moderner Produktionstechniken hergestellt. Wichtig ist, daß Sie vor bzw. bei Gebrauch die Gebrauchsanweisung und die Sicherheits-hinweise beachten.

Sie haben auf dieses Gerät entsprechend der gesetzlichen Bestimmung Garantie,

gerechnet ab dem Kaufdatum. Diese Garantie umfaßt alle durch Material und Fabrikation bedingten Störungen und Fehler. Ausgeschlossen sind Störungen und Fehler, die durch unsachgemäße Handhabung und äußere Einwirkung entstehen. Sollten Sie dennoch innerhalb der Garantiezeit Anlaß zu berechtigten Beanstandungen haben, werden diese kostenlos behoben.
Mit dem Kaufbeleg, der das Kaufdatum trägt, können diese Garantieleistungen geltend gemacht werden.
Werden Eingriffe in das Gerät von nicht autorisierten Personen vorgenommen, erlöschen sämtliche Garantieansprüche, denn durch unsachgemäße Änderungen und Instandsetzungen können erhebliche Gefahren für den Benutzer und den Patienten entstehen.

Transportschäden bitten wir bei bzw. nach Auslieferung sofort bei dem Transportunternehmen zu reklamieren und den Schaden auf dem Frachtbrief bestätigen zu lassen, damit eine ordnungsgemäße Schadensregulierung möglich ist.

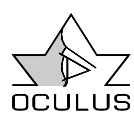
Es gelten unsere Geschäfts- und Lieferbedingungen in der Fassung des Kaufdatums.

9.2 Haftung für Funktion bzw. Schäden

OCULUS betrachtet sich nur dann für die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Gebrauchstauglichkeit des Gerätes verantwortlich, wenn das Gerät in Übereinstimmung mit dieser Gebrauchsanweisung benutzt wird.

Am oder im Gerät befinden sich keine Teile, die durch den Anwender zu warten oder zu reparieren sind.
Werden Montagearbeiten, Erweiterungen, Justierungen, Instandsetzungen, Änderungen oder Reparaturen von nicht autorisiertem Personal durchgeführt, wird das Gerät unsachgemäß gewartet, oder wird das Gerät unsachgemäß gehandhabt, ist jegliche Haftung von OCULUS ausgeschlossen.

Werden die oben genannten Arbeiten von Ermächtigten ausgeführt, so ist von diesen eine Bescheinigung über Art und Umfang der Reparatur zu fordern, ggf. mit Angabe über Änderungen der Nenndaten oder des Arbeitsbereichs. Die Bescheinigung muß Datum und Ausführung, sowie Firmenangaben mit Unterschrift enthalten.
Auf Wunsch stellt OCULUS den Ermächtigten zu diesem Zweck Schaltpläne, Ersatzteillisten, zusätzliche Beschreibungen und Einstellanweisungen zur Verfügung.
Für eine Instandsetzung sind nur Originalteile von OCULUS zu verwenden.



9.3 Hersteller- und Serviceadresse

Ergänzende Informationen erhalten Sie von unserem Service oder von den von uns autorisierten Vertretungen.

Hersteller- und Serviceadresse:

OCULUS Optikgeräte GmbH
Münchholzhäuser Straße 29
D 35582 Wetzlar
Tel.: 0641/2005-0
Fax: 0641/2005-255
E-Mail: sales@oculus.de
www.oculus.de

10 Anhang

10.1 Konformitätserklärung

Wir erklären in alleiniger Verantwortung, daß dieses Produkt mit den folgenden Normen oder normativen Dokumenten übereinstimmt:

IEC 601 - 1
IEC 601 - 1 - 2

gemäß den Bestimmungen der Richtlinie 93 / 42 / EWG über Medizinprodukte.

Dipl.-Ing. Rainer Kirchhübel

Geschäftsführung der
OCULUS Optikgeräte GmbH

10.2 Technische Daten

Meßteil:

Meßbereich	3 bis 38 mm 9 bis 99 dpt
Genauigkeit	± 0,1 dpt
Reproduzierbarkeit	± 0,1 dpt
Ringzahl	22
Arbeitsabstand	80 mm
Anzahl der ausgewerteten Datenpunkte	22000
Maße HxBxT	420 x 260 x 170 mm
Gewicht	2,3 kg

Netzteil:

Netzanschluß	100 - 240 V AC, 50 - 60 Hz
Leistungsaufnahme	100 W
Sicherungen	2 x T 2 A - 250 V

Klassifikation nach IEC 601 - 1

Art des Schutzes gegen elektrischen Schlag:	Schutzklasse 1
Grad des Schutzes gegen elektrischen Schlag:	Typ B
Grad des Schutzes gegen schädliches Eindringen von Wasser:	IP20

Betriebsbedingungen:

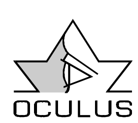
Temperatur	+10° C bis +40° C
Luftfeuchtigkeit	30 % bis 75 %
Luftdruck	700 hPa bis 1060 hPa

Transport- und Lagerbedingungen:
(nach IEC 601-1)

Umgebungstemperatur	-40° C bis +70° C
Relative Feuchte	10 % bis 100 % einschließlich Kondensation
Luftdruck	500 hPa bis 1060 hPa

10.3 PC-Mindestanforderungen

CPU:	Pentium 100
Betriebssystem:	Windows 3.1, 95, 98, ME (für Keratograph 2 auch Windows NT, 2000, XP)
Arbeitsspeicher:	16 MB Ram
Grafikkarte:	1 MB Grafikkarte (800*600 Pixel)



11 Literaturangaben

1. „Augenärztliche Kontaktlinsenanpassung“, Enke Verlag 1991, Dr. Ernst Bürki
2. NOJ 10/2001 52-55 (Teil 1), 11/2001 52-54 (Teil 2); 12/2001 52-57 (Teil 3) "Neue Möglichkeiten der Hornhautdiagnostik mit Hilfe der Videokeratometrie"; Dr. Ernst Bürki
3. Ophthalmology Volume 6, Number 8, August 1999; "Corneal Topography"; American Academy of Ophthalmology; Seite 1628-1638
4. Optic und Vision 7/8; "Blick nach vorn"; Seite 42-45
5. die Kontaktlinse 6/2000; "Kontaktlinsenanpassung nach penetrierender Keratoplastik"; Fritz Fischl; Seite 20-24
6. Optometrie 1/1997; "Klassische Ophthalmometrie und Videokeratometer"; Dipl.-Ing. (FH) Augenoptik Stefanie Dittmer und Prof. Dr. Bernd Lingelbach FH Aalen Fachbereich Augenoptik; Seite 6-17
7. die Kontaktlinse; Sonderdruck Januar/ Februar 1999; "Zuverlässigkeit von automatischen Keratometern für die Kontaktlinsenanpassung"; Manuel Fraatz
8. die Kontaktlinse 12/99; "Video-Keratometrie - ein Werkzeug für den Hobby-Anpasser?"; Gunther Oesker; Seite 4-12
9. Contact Letter 07/99 der Firma Hecht; "Keratograph und erste Messlinse"
10. Contact Letter 04/98 der Firma Hecht; "Die Verwendbarkeit des Oculus Keratographen für die praktische Contactlinsenanpassung"
11. NOJ 6/1998; "Die Verwendbarkeit des Oculus Keratographen für die praktische Contactlinsenanpassung"; Dipl.-Ing. (FH) Augenoptik Anja Seiwert und Dipl.-Ing. (FH) Augenoptik Sigrid Neumann; Seite 52-58
12. Diplomarbeit an der Fachhochschule Aalen Fachbereich Augenoptik 28.02.1998; "Die Verwendbarkeit des Oculus Keratographen für die praktische Contactlinsenanpassung"; Dipl.-Ing. (FH) Augenoptik Anja Seiwert
13. Augenärztliche Untersuchungsmethoden; Enke Verlag 1995; Wolfgang Straub, Peter Kroll, Hans Joachim Küchle; "Topographie der Hornhaut" von Werner Förster; Seite 248-254
14. Z. prakt. Augenheilkd. 20:61-64 (1999); "Kontaktlinsenanpassung – Videokeratographie"; Prof. Dr. Bernd Lingelbach
15. Z. prakt. Augenheilkd. 20:157-164 (1999); "Zernike-Polynome"; Prof. Dr. Bernd Lingelbach
16. Kontaktlinsen; Verlag Optische Fachveröffentlichung GmbH Heidelberg 1991; Heinz Baron; Seite 565-604
17. die Kontaktlinse 3/95; "Spaltbild-Topographie"; Christian Krüsi; Seite 28-31
18. die Kontaktlinse 3/95; "Automatische Kompensation von Defokussierungsfehlern bei der Video-Topometrie"; T. Oltrup, M. Matallana, T. Bende, B. Jean; Seite 23-27
19. DOZ 11/94; "Zur Entfernungsabhängigkeit von Keratoskopen"; Karl-Heinz Wilms; Seite 104-111
20. NOJ 8/1973; "Überlegungen zur Topometrie von Cornea und Kontaktlinse"; Karl-Heinz Wilms; Seite 569-571
21. die Kontaktlinse 5/97; "Automatische Keratometer - Sichere Auswahl der ersten Probelinse?"; Sibylle Rochel und Ulrike Westendorff; Seite 9-18
22. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. (1994), 35,(6): 2749-2757, Automated Keratoconus Screening with Corneal Topography Analysis, Maeda N/Klyce SD/Smolek MK/ Thompson HW
23. Klin. Mbl. Augenheilk. (1999), 214: 372-377, Topographiegestützte Berechnung der Keratoconus-Dimensionen, Langenbucher A/Gusek-Schneider GCh/Kus MM/Seitz B
24. Ophthal. Physiol. Opt. (1995),Fourier Analysis of Videokeratographic Data, 15: 171-185, Hjortdal JØ/Erdmann L/Bek T
25. DOZ. 1997, 52(4): 92-96 (Teil 1) und 52(5): 104-107 (Teil 2), Cornea: Abbildungseigenschaften und Topometrie, Löffler G/Lingelbach B/Lingelbach E
26. Optometry Vis. Science (1997), 74(11): 963-969, Cone Dimensions in Keratoconus using Zernike polynomials, Schwiegerling J
27. Optom. Vis. Sci. (1997), 74: 906-916, Using Corneal Height Maps and Polynomial Decomposition to Determine Corneal Aberrations, Schwiegerling J/Greivenkamp JE
28. Optom. Vis. Sci. (1996), 73: 721-728, Keratoconus Detection Based on Videokeratoscopic Height Data, Schwiegerling J/Greivenkamp JE
29. J. Opt. Soc. Am. (1995), 12: 2105-2113, Representation of Videokeratographic Height Data with Zernike Polynomials, Schwiegerling J/Greivenkamp JE/Miller JM

12 Stichwortverzeichnis

A

B

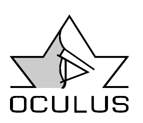
C

D

E

F

G


OCULUS

R

S

T

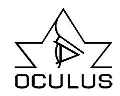
U

Ü

V

W

Z

	**Medizinproduktebuch**	MPB/70500

Bezeichnung: (Modell/Typ): Keratograph / 70500

Produktart: Cornea-Oberflächenmessungs-System

Herstellerfirma: OCULUS Optikgeräte GmbH, Münchholzhäuser Str. 29,
35582 Wetzlar
Telefon: 0641/2005-0, Fax: 0641/2005-255

Lieferfirma: OCULUS Optikgeräte GmbH

Gebrauchsanweisung: G / 70500 / .... / d
G / 70500 / .... / e

Betriebsart: energetisch, 230 V, Schutzklasse 1

Produktklasse nach MPG: I

Prüfungen/Kontrollen (Art/Fristen): keine Vorgabe

Maßnahmen vor der Inbetriebnahme

1. Einweisung des Verantwortlichen am ______ durch ________________________
(Name, Institution, Unterschrift)

1. Funktionsprüfung am ______ durch ________________________
(Name, Institution, Unterschrift)

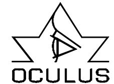
Verantwortliche(r) ____
(Name, Institution, Unterschrift)

Einweisung des Personals

Datum	Name der eingewiesenen Person	Unterschrift	Einweisender	Unterschrift

Funktionsstörungen/wiederholte gleichartige Bedienungsfehler

Datum	Art der Störung/des Fehlers	Maßnahme	Ergebnis	Unterschrift

	**Medizinproduktebuch**	MPB/70500

Mängelmeldung/Unfallanzeige

Adresse (Behörde/Hersteller)
(Betreiber/Verantwortlicher)

____
____
____
____

Absender

____
____
____
____

Ort und Datum des Ereignisses

____________________ ____________

Beschreibung und Bewertung des Ereignisses

____
____
____
____

Personenschaden: ja □ nein □

____
____

Produkt/Gerät

Anschaffungsjahr: ____________________

Lfd.-Nr./ID-Nr.: ____________ Serien-Nr.: ____________

Bezeichnung (Modell/Typ): ____________________

Firma (Hersteller/Lieferant): ____________________

Produktart/Geräteart: ____________________

Maßnahmen

____
____
____
____

____________________ ____________________

Ort/Datum Name/Institution/Unterschrift

Erläuterungen

____
____
____
____

OCULUS	**Medizinproduktebuch**	MPB/70500

Instandhaltungsmaßnahmen und Prüfungen/Kontrollen

Datum	Art der Maßnahme	Durchführende Person/Firma	Ergebnis/Bemerkung

Anmerkungen Notizen

Abkürzungen/Legenden

Sicherheitstechnische Kontrolle	STK
Meßtechnische Kontrolle	MTK
Eichung	E
Wartung	W
Reparatur	R
Kalibrierung	K